

**ANÁLISIS DE REDES SOCIALES COMO HERRAMIENTA PARA LA
GOBERNANZA DEL AGUA, EN CORRIENTES ABASTECEDORAS
DE CASCOS URBANOS MUNICIPALES. ESTUDIO DE CASO
PEREIRA, DOSQUEBRADAS Y SANTA ROSA DE CABAL.**

GERARDO ANTONIO GÓEZ VINASCO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
PEREIRA 2019**

**ANÁLISIS DE REDES SOCIALES COMO HERRAMIENTA PARA LA
GOBERNANZA DEL AGUA, EN CORRIENTES ABASTECEDORAS
DE CASCOS URBANOS MUNICIPALES. ESTUDIO DE CASO
PEREIRA, DOSQUEBRADAS Y SANTA ROSA DE CABAL.**

GERARDO ANTONIO GÓEZ VINASCO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
ADMINISTRADOR AMBIENTAL**

**DIRECTORA
PhD. (C) MARÍA DEL PILAR PULGARÍN**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
PEREIRA 2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL DIRECTOR

PEREIRA, MARZO DE 2019

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, mi tía, mis hermanos y mi sobrino por ser constante apoyo en todos mis procesos académicos.

A mi esposa por compartir conmigo todos los aspectos de la vida y ser el motor que me impulsa constantemente.

A mi directora, PhD (C) María del Pilar Pulgarín por brindarme su oportuna orientación y guía en este proceso, además de su amistad.

A mis asesores, PhD Diego Paredes Cuervo y PhD Rafael Ricardo Rentería, al igual que al grupo de investigación en agua y saneamiento GIAS.

A mis profesores y compañeros de toda la carrera que se convirtieron en mis grandes amigos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	10
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
MARCO TEÓRICO.....	11
GOBERNANZA DEL AGUA	11
GESTION INTEGRADA DE RECURSO HIDRICOS – GIRH.....	15
ANÁLISIS DE REDES SOCIALES.....	18
METODOLOGÍA.....	21
ZONA DE ESTUDIO	21
OBJETIVO 1. CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LOS INTERESES DE LOS ACTORES SOBRE LAS FUENTES ABASTECEDORAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.	21
Registro de la información	23
OBJETIVO 2. IDENTIFICAR Y ANALIZAR LAS INTERRELACIONES DADAS ENTRE LOS ACTORES A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES.....	23
GENERACIÓN DE REDES	24
CÁLCULO DE MÉTRICAS DE RED Y VISUALIZACIÓN	29
COMPARACIÓN DE SIMILITUD ESTRUCTURAL.....	31
OBJETIVO 3. VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA A TRAVÉS DE PANEL DE DISCUSIÓN	31
RESULTADOS	32
OBJETIVO 1. CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LOS INTERESES DE LOS ACTORES SOBRE LAS FUENTES ABASTECEDORAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.	32
OBJETIVO 2. IDENTIFICAR Y ANALIZAR LAS INTERRELACIONES DADAS ENTRE LOS ACTORES A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES.....	35
REDES MULTIPARTITAS POR ACTORES	36
REDES MULTIPARTITAS POR CATEGORÍAS DE ACTORES	38
REDES BIPARTITAS POR ACTORES.....	40

REDES BIPARTITAS POR CATEGORÍAS DE ACTORES	45
REDES UNIMODALES POR ACTORES.....	50
REDES UNIMODALES POR CATEGORÍAS DE ACTORES	55
REDES DE PERCEPCIÓN.....	57
OBJETIVO 3. VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA A TRAVÉS DE PANEL DE DISCUSIÓN	59
CONCLUSIONES.....	61
OBJETIVO 1.	61
OBJETIVO 2.	61
OBJETIVO 3.	61
REFERENCIAS.....	63

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la planificación y gestión del recurso hídrico está reglamentada mediante la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del recurso, el cual se entiende como factor de desarrollo económico y social, y para el cual se plantean procesos de participación equitativos e incluyentes. De ahí se deriva el Plan Hídrico Nacional, abordando 6 ejes estructurales: oferta, demanda, calidad, riesgo, fortalecimiento institucional y gobernabilidad.

El concepto de Gestión Integral del recurso Hídrico surge a partir del reconocimiento de la importancia del agua como bien esencial para la sociedad, y los riesgos que se afrontan relacionados con la explosión demográfica de las últimas décadas, lo cual lleva asociado un aumento constante de la demanda, los procesos de contaminación de corrientes abastecedoras y los problemas asociados a la gobernabilidad del recurso (IPCC, 2007).

De acuerdo con la normatividad vigente en Colombia, y en especial el Decreto compilatorio 1076 de 2015, la unidad fundamental de análisis para la planificación y administración del recurso hídrico es la Cuenca Hidrográfica, sobre la cual se desarrollan los procesos de gestión, a través de herramientas de gobernanza, direccionadas hacia el establecimiento de objetivos de manera participativa entre las diferentes partes interesadas en el recurso, teniendo en cuenta las dinámicas sociales culturales y ambientales que surgen en diferentes escalas espaciales.

Desde esta perspectiva, la Gestión integral del recurso hídrico aborda los problemas asociados al agua de manera multidimensional desde visiones culturales, políticas económicas, sectoriales y regionales. Sin embargo, ha sido difícil adoptar los componentes de gobernanza del agua cuando se considera la cuenca en sí misma como unidad de gobierno, pues además las múltiples relaciones que se tejen en torno a la necesidad de abastecimiento de agua, van más allá de una delimitación en cierta medida arbitraria desde el punto de vista geográfico como es la cuenca (Molle & Mamanpoush, 2012).

Desde la perspectiva de la Administración Ambiental, es importante el reconocimiento tanto de los problemas ambientales evidentes en la forma de desequilibrios en un territorio, como de las problemáticas ambientales, las cuales surgen a partir de los procesos de históricos mediante los cuales las comunidades, es decir, la sociedad se ha articulado con el medio natural o biofísico.

Es claro entonces el carácter social que tienen las problemáticas ambientales, integrando históricamente aspectos económicos, políticos y culturales, los cuales han determinado la forma en la que el hombre se ha relacionado con el medio, haciendo uso de los bienes y servicios ecosistémicos y aprovechando las

potencialidades que brinda cada territorio en especial, con el objetivo de enmarcarse en procesos de desarrollo (Díaz, 2007)

En este sentido, es de especial relevancia el recurso hídrico, y más si se trata de un uso priorizado como es el doméstico, pues en su gestión integral confluyen diversos actores, cada uno con su propia visión y sus propios intereses, articulándose a través de normatividad, procesos de ordenamiento de cuencas, usos legales e ilegales y modos de ocupación del territorio.

Desde el punto de vista de la planificación del recurso hídrico, existe una alta complejidad ligada a su administración, con miras a garantizar el acceso de manera equitativa, pues son múltiples los actores e intereses que se presentan, generando conflictos, los cuales deben abordarse no a través de soluciones únicas y generalizadas, sino teniendo en cuenta los contextos sociales, económicos, culturales, políticos y ambientales propios de cada escenario (Martín & Justo, 2015).

Es ahí en donde cobran particular relevancia las ciencias ambientales, como respuesta a la problemática ambiental que surge a partir de los procesos de desarrollo propios de cada sociedad particular, en la que confluyen diversos aspectos culturales, es decir, la forma en que se articula la sociedad y la naturaleza alterando los sistemas biofísicos, entendiendo que estos procesos se evidencian en el territorio, conceptualizado como un espacio en el cual ocurren todos los procesos sociales que impactan el medio natural a partir de las necesidades de las comunidades que los ocupan.

Es por esto que, en el contexto específico del recurso hídrico, es importante estudiar las dinámicas que tienen lugar en los territorios, bien sea a escala de cuenca, de municipio o de región y que se expresan en términos de relaciones sociales entre actores, con el fin de fortalecer los procesos de planificación y ordenamiento a través del entendimiento de los conflictos que se generan cuando confluyen diversos intereses y relaciones de poder sobre el recurso.

Por otro lado, desde las últimas décadas del siglo pasado se ha venido desarrollando el concepto de redes sociales, como alternativa a los abordajes de investigación de las ciencias sociales, en los cuales no se tiene en cuenta la información relacional. En este sentido, la metodología de Análisis de Redes Sociales provee un conjunto de técnicas y herramientas, que involucran elementos estadísticos para proveer una descripción formal de los objetos de estudio que permita evaluar modelos y teorías en términos de procesos relacionales estructurales, partiendo del supuesto de la interdependencia de los actores involucrados en un fenómeno social (Wasserman & Faust, 1994).

El análisis de redes sociales pretende entender los atributos de los actores en términos de los patrones estructurales que los unen, por ejemplo, a través de relaciones de poder, transacciones, flujos de materia, energía o información, o subgrupos de membresía. Son diversas las áreas de conocimiento en las que se ha

empleado esta metodología, entre las que se encuentran los sistemas políticos y económicos, la resolución de problemas en grupo, la dinámica de mercados, la influencia social y el consenso, entre otros, sin embargo, al menos en el contexto colombiano no se ha aplicado en el entendimiento de los fenómenos relacionales que surgen en la GIRH.

De acuerdo con lo anterior, la metodología de Análisis de Redes Sociales es una herramienta útil y novedosa para aplicar en el marco de las relaciones que surgen en torno al recurso hídrico, por cuanto permite establecer a partir de las dinámicas que se evidencian en el territorio, las diferentes formas en que se articulan los actores con intereses específicos en una corriente, brindando una nueva dimensión de conceptualización, que puede ser el punto de partida para proponer nuevas estrategias de planificación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de la metodología de Análisis de Redes Sociales (Social Network Analysis) para identificar las relaciones entre actores y su influencia en la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar y tipificar los intereses de los actores sobre las fuentes abastecedoras de la zona de estudio.
- Identificar y analizar las interrelaciones dadas entre los actores a través de la metodología de Análisis de Redes Sociales.
- Validar la metodología a través de panel de discusión con los actores.

MARCO TEÓRICO

GOBERNANZA DEL AGUA

La gobernanza del agua surge como un concepto normativo para mejorar la gestión de los recursos hídricos a nivel mundial, con un enfoque participativo y de interacción entre el estado y la sociedad (Schulz, Martin-Ortega, Glenk, & Ioris, 2017), luego de que en el Foro Mundial del Agua del 2000 en la Haya, la Global Water Partnership (GWP) declarara que la “crisis del agua” a menudo es una crisis de gobernanza; que mejorarla se convirtiera en un área de acción prioritaria en la Conferencia de Bonn sobre agua dulce de 2001, y la Asamblea del Milenio de las Naciones Unidas del 2002, impulsara su puesta en práctica para los próximos años a través de la GWP (Rogers & Hall, 2003).

La GWP define la gobernanza del agua como “la gama de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que existen para desarrollar y gestionar los recursos hídricos y la prestación de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad” (Rogers & Hall, 2003); incluye la capacidad de diseñar políticas públicas y marcos institucionales socialmente aceptados con el objetivo de lograr la sostenibilidad de los recursos hídricos, y para que su implementación sea efectiva, requiere de la participación de actores y partes interesadas en el proceso; la gobernanza del agua se ocupa de las organizaciones, instituciones políticas, económicas y sociales (y sus relaciones), que son importantes para el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos: por tanto, se considera el marco para realizar cambios significativos en las interacciones existentes entre políticas, leyes, regulaciones, instituciones y sociedad civil, exigidos para la efectividad de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). La gobernanza del agua es intensamente política, por tanto no existe un modelo único efectivo, su efectividad depende del acoplamiento a las particularidades sociales, económicas y culturales de cada país teniendo en cuenta los siguientes atributos o principios: abiertos y transparentes, inclusivos y comunicativos, coherentes e integradores, equitativos y éticos (Rogers & Hall, 2003).

Algunos autores como Biswas & Tortajada (2010), Lautze, de Silva, Giordano, & Sanford (2011), Woodhouse & Muller (2017), consideran que esta definición promovida desde la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), el Banco Mundial, varias agencias de las Naciones Unidas (ONU) y la Unión Europea, se realizó en función de sus mandatos e intereses, reduciendo el valor e importancia del término; convirtiéndolo en el mecanismo para lograr la GIRH, que tiene como objetivo preestablecido, el desarrollo sostenible de los recursos hídricos (Castro, 2007; Biswas & Tortajada, 2010; Lautze et al., 2011; Berg, 2016; Montgomery, Xu, Bjornlund, & Edwards, 2016).

Desde esta perspectiva, los autores encuentran que las organizaciones mundiales, tratan la gobernanza como una herramienta para la GIRH, más que un proceso

participativo y colaborativo, desconociendo su interdependencia; mientras la gobernanza se refiere a los procesos e instituciones a través de los cuales se definen los objetivos de la gestión de los recursos hídricos, la gestión implementa medidas prácticas para alcanzar esos objetivos; es decir, para que los sistemas de gobernanza sean efectivos, se requieren mecanismos administrativos y de gestión (Tortajada, 2010; Lautze et al., 2011; Pahl-Wostl, 2019).

La importancia de definir la gobernanza del agua radica en las afectaciones que genera a los procedimientos y resultados en muchos niveles de la actividad política y económica (Berg, 2016; Lautze et al., 2011), y aunque hay un consenso general sobre la necesidad de mejorarla, la amplitud en sus definiciones ha generado interpretaciones confusas.

En las últimas dos décadas se han incrementado las publicaciones relacionadas con el concepto de gobernanza del agua, en las que se hace referencia a formas de gobierno del agua, comprender y mejorar las políticas, prácticas actuales y cuestionamientos a su implementación desde una amplia gama interdisciplinaria (Woodhouse & Muller, 2017; Özerol et al., 2018), pero muy pocos autores se atreven a definirla de una manera genérica (Özerol et al., 2018). Ninguna de las definiciones esta errada, pero siguen siendo el centro de discusión entre investigadores, políticos e instituciones, sin llegar a un consenso (Tortajada, 2010; Montgomery et al., 2016; Woodhouse & Muller, 2017; Pahl-Wostl, 2019). En la tabla 1 se consolidan algunas de las definiciones, las cuales según Lautze et al. (2011), coinciden en tres aspectos: a. Comprenden los procesos para la toma de decisiones; b. Los procesos de toma de decisiones se realizan a través de las instituciones; y c. Los procesos e instituciones de tomas de decisiones involucran multiplicidad de actores.

Tabla 1. Definiciones de Gobernanza

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 1997	El ejercicio de la autoridad económica, política y administrativa para gestionar los asuntos de un país, en todos los niveles, comprende mecanismos, procesos e instituciones a través de los cuales los ciudadanos y los grupos articulan sus intereses, ejercen derechos legales, cumplen con sus obligaciones y median sus diferencias.
GWP (Rogers & Hall, 2003)	Se refiere a la gama de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que existen para desarrollar y gestionar los recursos hídricos y la prestación de servicios de agua a diferentes niveles de la sociedad.
Rist, Campbell, & Frost (2012)	Maneras de gestionar las relaciones a través de la articulación espacial y temporalmente específica de las reglas de comportamiento sobre la asignación de recursos entre individuos y colectivos dentro de un entorno determinado.

Alberta Water Council (2008)	Una estructura donde los gobiernos y otras partes interesadas acuerdan compartir la responsabilidad del desarrollo y la entrega de políticas, planificación y programas o servicios, pero donde el gobierno retiene la responsabilidad legislativa. Es un proceso colaborativo de establecimiento de objetivos y resolución de problemas basado en la confianza y la comunicación. Requiere roles, responsabilidades, responsabilidades y relaciones claras.
Tortajada (2010)	Un proceso complejo que considera la participación multinivel más allá del estado y donde la toma de decisiones incluye instituciones públicas, el sector privado, la sociedad civil y la sociedad en general.
Lautze et al. (2011)	Consiste en los procesos e instituciones por los cuales se toman las decisiones que afectan el agua. No incluye funciones prácticas, técnicas y gestión de rutina, como modelado, previsión, dotación de personal y construcción de infraestructura. No incluye resultados de recursos hídricos.
Kaufmann, Kraay, & Zoido-Lobatan (1999)	Las tradiciones e instituciones por autoridad se ejercen en un país. Incluye los procesos por los cuales los gobiernos son elegidos, monitoreados y reemplazados; la capacidad del gobierno para formular e implementar políticas sólidas; el respeto de los ciudadanos y el estado por las instituciones que gobiernan las relaciones económicas y políticas entre ellos.
Mesa Redonda Nacional sobre Medio Ambiente y Economía (2011)	Los procesos e instituciones a través de los cuales se toman decisiones sobre el agua. Incluye la gama de procesos políticos, organizativos y administrativos utilizados para tomar e implementar decisiones y la responsabilidad de quienes toman las decisiones.
Pahl-Wostl (2019)	Características estructurales y procesos transitorios tanto en la creación de reglas como en los niveles operativos, que toma en cuenta los diferentes actores y redes que ayudan a formular e implementar la política del agua
Araral & Yu (2013)	Varias dimensiones de la ley, políticas y administración del agua que se han considerado comúnmente en la literatura como determinantes del desempeño. Estos incluyen derechos de agua, precios, descentralización, responsabilidad, integración, participación del sector privado, participación de grupos de usuarios y bases organizativas de la gestión del agua, entre otros.

Hufty (2013)	Se refiere a una categoría de hechos sociales, a saber, los procesos de interacción y toma de decisiones entre los actores involucrados en un problema colectivo que conduce a la creación, refuerzo o reproducción de normas e instituciones sociales. Cada sociedad desarrolla sus propias formas de tomar decisiones y resolver conflictos. Como un hecho social, se refiere a un fenómeno observable, no se limita a ningún tiempo o espacio.
Rhodes (2007)	Se refiere a gobernar con y a través de redes
IDEAM (2013)	Proceso para la gestión integral del agua, entendida como bien común de todos los seres vivos, que promueve la participación activa e incluyente de los diferentes actores sociales en las decisiones y que articula múltiples culturas, saberes e instrumentos normativos formales y no formales, a diferentes escalas espacio-temporales, en contextos socio-políticos, económicos y ecológicos específicos.
Bakker (2003)	Gama de procesos políticos, organizativos y administrativos a través de los cuales las comunidades articulan sus intereses, sus aportes se absorben, se toman decisiones y se implementan, y los tomadores de decisiones son responsables del desarrollo y la gestión de los recursos hídricos y la prestación de servicios de agua.
OECD (2015)	El rango de reglas, prácticas y procesos políticos, institucionales y administrativos (formales e informales) a través de los cuales se toman e implementan las decisiones, las partes interesadas pueden expresar sus intereses y tener sus preocupaciones en cuenta, y los tomadores de decisiones son responsables de la gestión del agua

Fuente: Adaptado de (Montgomery et al., 2016)

En general, la gobernanza del agua se refiere a procesos e instituciones sociales, políticos, económicos y administrativos, mediante los cuales, “todos” definen los objetivos de la gestión del agua de acuerdo con las preferencias locales (Zamudio, 2012; Schlager & Bauer, 2011); Es un proceso complejo y dinámico (Tortajada, 2010), que implica las relaciones entre el gobierno y las sociedades y sus interacciones formales e informales que afectan las formas en que funcionan los sistemas de gobierno (Tortajada, 2010; Bakker, 2003; Woodhouse & Muller, 2017).

Lo anterior es consistente con la nueva definición de gobernanza establecida por la OECD (2015), la cual surge como producto del programa de mejoramiento de la gobernanza del agua iniciado en el 2009, en el cual logró identificar la multiplicidad de actores, sectores, escalas, intereses, responsabilidades, como las principales brechas que obstaculizan el diseño y la implementación de políticas de agua (gobernanza multinivel), y establecer doce (12) principios basados en tres dimensiones que refuerzan y complementan la gobernanza del agua (efectividad, eficiencia y confianza y compromiso), relevantes a todos los niveles de gobierno, aplicables al ciclo de la política global del agua y de implementación sistémica e inclusiva (OECD, 2016), que tienen como objetivo “mejorar los sistemas de gobernanza del agua que ayudan a gestionar el agua de manera sostenible, integrada e inclusiva, a un costo aceptable y en un plazo razonable” (OECD, 2015).

Efectividad: capacidad, políticas coherentes, sistemas de cuencas como escalas de apropiación, roles y responsabilidades definidos.

Eficiencia: datos e información, financiamiento, estructura regulatoria, innovación.

Confianza y compromiso: integridad y transparencia, participación de los interesados, compensaciones, monitoreo y evaluación.

La OECD (2015) define la gobernanza como: “Rango de reglas, prácticas y procesos políticos, institucionales y administrativos (formales e informales) a través de los cuales se toman e implementan las decisiones, los actores pueden articular sus intereses y considerar sus preocupaciones, y los tomadores de decisiones son responsables de la gestión del agua”; definición que según Woodhouse & Muller (2017), permite diferenciar la gobernanza del agua de la GIRH, al considerar que la gobernanza se refiere al marco general que establece objetivos, guía las estrategias para lograrlos y supervisa los resultados.

Como queda expuesto, la definición de gobernanza del agua sigue en su evolución, aborda contextos, enfoques y perspectivas diferentes; sin embargo, se puede resumir de la siguiente manera: la gobernanza es un nuevo proceso de gobernar, en el que existe interdependencia entre organizaciones (es más amplia que el gobierno al incorporar actores no estatales); se presentan interacciones continuas entre ellas para intercambiar recursos y acordar propósitos; se basa en la confianza y se regula por las reglas acordadas; y hay auto-organización, aunque el Estado puede dirigir de manera indirecta; por tanto, la gobernanza del agua se refiere “al gobierno con y a través de redes” (Rhodes, 2007).

GESTION INTEGRADA DE RECURSO HIDRICOS – GIRH

El concepto de GIRH ha sido popularizado en los últimos años, sin embargo su origen no ha sido claro. Biswas (2004) menciona que el término ha sido usado por cerca de 60 años en los Estados Unidos, partiendo desde 1917 cuando se hicieron

populares los "Estudios Comprensivos de Cuencas Hidrográficas", como un elemento vital para el control de inundaciones. Posteriormente, la "Planificación Comprensiva, Coordinada y Conjunta" se materializa en el Acto de Planificación de Recursos Hídricos en 1965. Luego, en la década de los setenta se planteó la necesidad de trabajar interdisciplinariamente y surge el concepto de Planeación y Manejo de Recursos Hídricos que promueve la integración en las prácticas de manejo de los mismos. Este enfoque se intensifica en los años noventa, cuando comienzan a analizarse los problemas asociados a los usos del recurso hídrico y se encuentra que son de carácter multidimensional, multisectorial y multiregional, que se cruzan con múltiples intereses, agendas y causas que requieren ser manejados a través de coordinación de diversas disciplinas, instituciones y usuarios, surgiendo de esta manera el termino de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (Biswas, 2008; Grigg, 2008).

Por su parte la GWP (2000), creada en 1996 con el propósito fomentar el enfoque integrado de la gestión de los recurso hídricos, hace un breve resumen sobre el origen de la GIRH, el cual fue inspirado por la Autoridad del Valle del Tennessee en 1933, en el cual se trataba de maximizar los impactos socioeconómicos de los proyectos de infraestructura de agua; luego, en 1977 en Mar de Plata surge la necesidad de la integración institucional para garantizar que la gestión de los recursos hídricos se realice desde el contexto de la planificación nacional y de manera coordinada; posteriormente en Brundtland 1987, se articulan las preocupaciones globales sobre el desarrollo sostenible y toman relevancia los impactos sobre los ecosistemas y la gestión de la demanda de agua, idea que se defiende en Dublin durante la Conferencia Internacional de Agua y Medio Ambiente en 1992, donde se definen los cuatro (4) principios rectores que sustentan la GIRH:

“El agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para el sostenimiento de la vida, el desarrollo y el medio ambiente.

El desarrollo de la gestión del agua debe basarse en un enfoque participativo, que involucre usuarios, planificadores y formuladores de políticas en todos los niveles.

Las mujeres desempeñan un papel central en la provisión, gestión y protección del agua.

El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe reconocerse como un bien económico”.

En el 2000, en medio de un amplio debate sobre el concepto de la GIRH, la GWP, (2000), la define como: “un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales”; reconociendo que su implementación no es clara y que: “las prácticas de la GIRH dependen del contexto; que los recursos financieros, humanos, normas tradicionales, y otras circunstancias específicas

determinan qué es lo más apropiado en un contexto; no hay procedimientos válidos para todos los casos; la integración es necesaria pero no suficiente; la naturaleza, el carácter y la intensidad de los problemas del agua, los recursos humanos, las capacidades institucionales, las fortalezas y características relativas de los sectores público y privado, el entorno cultural, las condiciones naturales y muchos otros factores difieren mucho entre países y regiones. La implementación práctica de los enfoques derivados de principios comunes debe reflejar tales variaciones en las condiciones locales y, por lo tanto, necesariamente tendrá una variedad de formas” (GWP, 2000; Shah, 2016).

A pesar de las dificultades para su implementación advertidas por el Comité Técnico Asesor de la GWP en el 2002, la definición de GIRH se popularizó y fue adoptada por muchos gobiernos y organizaciones internacionales incluida la ONU (Shah, 2016); no obstante, las discusiones sobre la ambigüedad del concepto, y las dificultades que enfrentan los países naturalmente heterogéneos para regirse por el paradigma de la GIRH tomaron fuerza en la última década (Biswas, 2004; Snellen & Schrevel, 2004; Grigg, 2008; Pahl-Wostl, 2007; Biswas, 2008; Molle, 2008), al encontrar que la adopción se ha dado en términos de planificación y legislación y muy pocos países la han implementado, por las dificultades previstas, reforzadas según la GWP (Shah, 2016), por el “paquete de prácticas” en que el sistema de las Naciones Unidas, los organismos financieros internacionales y la sociedad civil global convirtieron la GIRH, conformado por una mezcla de instrumentos de políticas, centrándose en la preparación de los países para la gestión integrada de la demanda (bajo los tres pilares de la gobernanza del agua) y opacando la filosofía inicial de ser un proceso evolutivo y flexible.

Aunque los resultados no han sido los esperados, la GWP (Beek & Arriens, 2014), amplió su visión para lograr la seguridad del agua¹, al considerar que ambos tienen como propósito mejorar las condiciones del agua para el bienestar de la población, y pese a que aún no hay claridad en cómo implementar el nuevo concepto, los ODM, incorporados en las acciones de desarrollo sostenible a 2030 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, obligan a las naciones a “implementar la GIRH en todos los niveles”, centrando su atención en el entorno natural, la gestión de la demanda, la participación de las partes interesadas y la necesidad de gestionar el recurso hídrico como parte integral del desarrollo social y económico.

El agua es un recurso en movimiento, que traspasa las fronteras, lo que hace complejo su administración y gestión (Biswas, 2008).

¹ “La provisión confiable de agua cuantitativa y cualitativamente aceptable para la salud, la producción de bienes y servicios y los medios de subsistencia, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua” (Grey & Sadoff, 2007)

La cuenca hidrográfica generalmente no coincide con la división político-administrativa definida, atraviesa las fronteras internacionales, regionales y locales, donde se desarrollan complejas interacciones entre sistemas sociales, económicos y ambientales, dificultando ostensiblemente la adecuada atención de las problemáticas allí generadas. El manejo de los recursos hídricos desde esta perspectiva requiere la comprensión de las múltiples interacciones, incluyendo los impactos generados por el uso y las decisiones en torno a la sostenibilidad de los ecosistemas (Letcher & Giuopponi, 2005).

En este sentido, puede decirse que los problemas relacionados con el agua son multi - dimensionales (culturales, políticos, económicos) sectoriales (institucional, domestico, industrial, agrícola, pecuario) y regionales (veredas, municipios, departamentos, naciones), demarcando la existencia de diversidad de intereses, y por su complejidad, las acciones a realizar deben ser de carácter multidisciplinario, con la participación de todos los actores y tomadores de decisiones (Biswas, 2008).

ANÁLISIS DE REDES SOCIALES

El concepto de las redes sociales empieza a desarrollarse a mediados del siglo pasado, como una nueva perspectiva para abordar la investigación en las ciencias sociales, desde un enfoque relacional, en el que “se aplican sistemas de descripción y normalización para enfrentar aspectos y fases de la acción, sin atribuir esta de forma definitiva a elementos u otras entidades, esencias o realidades, presumiblemente separables o independientes y sin estar aislados de relaciones presumiblemente discretas de dichos elementos separables” (Dewey & Mentley, 1949) citado en (Aguirre, 2011). De acuerdo con este enfoque relacional, las unidades derivan su significado e identidad a partir de los roles que de acuerdo a su función desempeñan con respecto a las transacciones o relaciones, entendiendo que éstas son dinámicas y se convierten realmente en los elementos de análisis (Aguirre, 2011).

El enfoque relacional ha sido el punto de partida para trabajos como el Análisis de Redes Sociales, la teoría de campos de Bordieu, el funcionalismo de Luhmann y la teoría del actor-red de Latour (Aguirre, 2011).

En palabras de Aguirre (2011):

“Desde el ARS, la estructura social es entendida como el producto de las acciones e interacciones transaccionales de los individuos, y no como una entidad en sí misma. Las estructuras sociales, así entendidas, se disponen en diversas configuraciones de relaciones sociales, de las cuales el ARS puede dar cuenta al abordar su morfología específica⁹. Es a través de la rutinización de estas relaciones, y su definición analítica en patrones de conducta, que analizamos cómo los actores configuran mecanismos de

legitimación de la acción y la toma de decisiones, que constriñen sus oportunidades de acción y su capacidad de adaptación”.

En este sentido se plantea la importancia de entender las unidades de análisis no como los individuos con sus atributos particulares, sino el panorama que surge desde las relaciones que se entretienen entre ellos.

El ARS permite, entonces, analizar tanto las relaciones que se dan a nivel micro, es decir, las transacciones que se dan de manera diádica entre un par de actores, como las estructuras de nivel macro (la forma en que se estructuran los lazos sociales en un conjunto más grande de actores).

De esta manera una red social puede definirse como el conjunto de enlaces (aristas) que se dan entre los individuos (vértices o nodos); los enlaces pueden representar flujos bien sea de materia, energía o información y se organizan formando patrones estructurales que se pueden estudiar desde una perspectiva social, económica, política, o ecológica. Así, los vértices de una red reflejan una condición de interdependencia a través de las relaciones que establecen (Wasserman & Faust, 1994; Aguirre, 2011).

Los individuos que hacen parte de una red se denominan actores, y dependiendo del contexto pueden ser personas en una comunidad, empresas, instituciones. En principio el análisis de redes se conceptualizó para actores de un solo tipo (unimodales), pero posteriormente se extendió su definición para abarcar modelos con dos tipos diferentes de actores (bimodales o bipartitas), o incluso tres o más tipos (multimodales o multipartitas) (Wasserman & Faust, 1994).

Los enlaces entre actores también pueden ser de diferentes tipos, por ejemplo cuando se analiza más de una variable en la red, cada una de ellas tendrá asociado un tipo de enlace, generando lo que se conoce como multigrafo. Los tipos de enlaces pueden ser de percepción entre actores, de transferencia o flujo, de asociación o afiliación, de interacción, de movimiento, de conexión física, de autoridad, o genealógica, entre otros (Wasserman & Faust, 1994).

Las relaciones además pueden tener asociado un peso y una dirección, dependiendo del contexto de las variables que representen. Por ejemplo en una red que represente conexiones aéreas, un enlace entre dos ciudades puede tener asociado un costo en términos económicos o de tiempo de vuelo y además es dirigida, pues no necesariamente se presenta reciprocidad en la relación entre las dos ciudades.

A lo largo del desarrollo conceptual del análisis de redes sociales se han desarrollado diferentes parámetros matemáticos, conocidos como métricas, los cuales permiten de una manera matemática formal establecer características. Estas métricas pueden ser a nivel de vértice, como por ejemplo el grado, grado con pesos, grado de entrada, grado de salida, centralidad (de cercanía, de intermediación o de

vector propio), pero también a nivel de red: densidad, diámetro, modularidad, coeficiente de agrupamiento.

En conjunto, las métricas dan una idea de los patrones estructurales que gobiernan las relaciones estudiadas. El grado se refiere al número de conexiones, que pueden ser salientes, entrantes o totales y puede ser una primera aproximación a la importancia relativa de un actor. Las medidas de centralidad, por su parte permiten inferir el rol que desempeña un actor dentro de la red de acuerdo con su prominencia o prestigio.

La centralidad de cercanía parte del concepto de qué tan cercano es un actor al resto de actores de la red; los actores con alta centralidad de cercanía pueden ser eficientes en los procesos de transferencia de información porque se conectan de manera directa con muchos otros actores de la red, mientras que los que presentan un valor bajo de centralidad de cercanía no tienen la facilidad de desempeñar estos roles, pues se conectan directamente con muy pocos actores y la longitud del camino que lo conecta con los otros actores puede ser alta.

La centralidad de intermediación, por su parte, permite conocer qué tan probable es que un actor aparezca en el camino más corto entre cada par de actores de la red. En este sentido, un valor alto de centralidad de intermediación se asocia con actores que pueden cumplir el papel de puentes de comunicación entre subgrupos de la red (Wasserman & Faust, 1994).

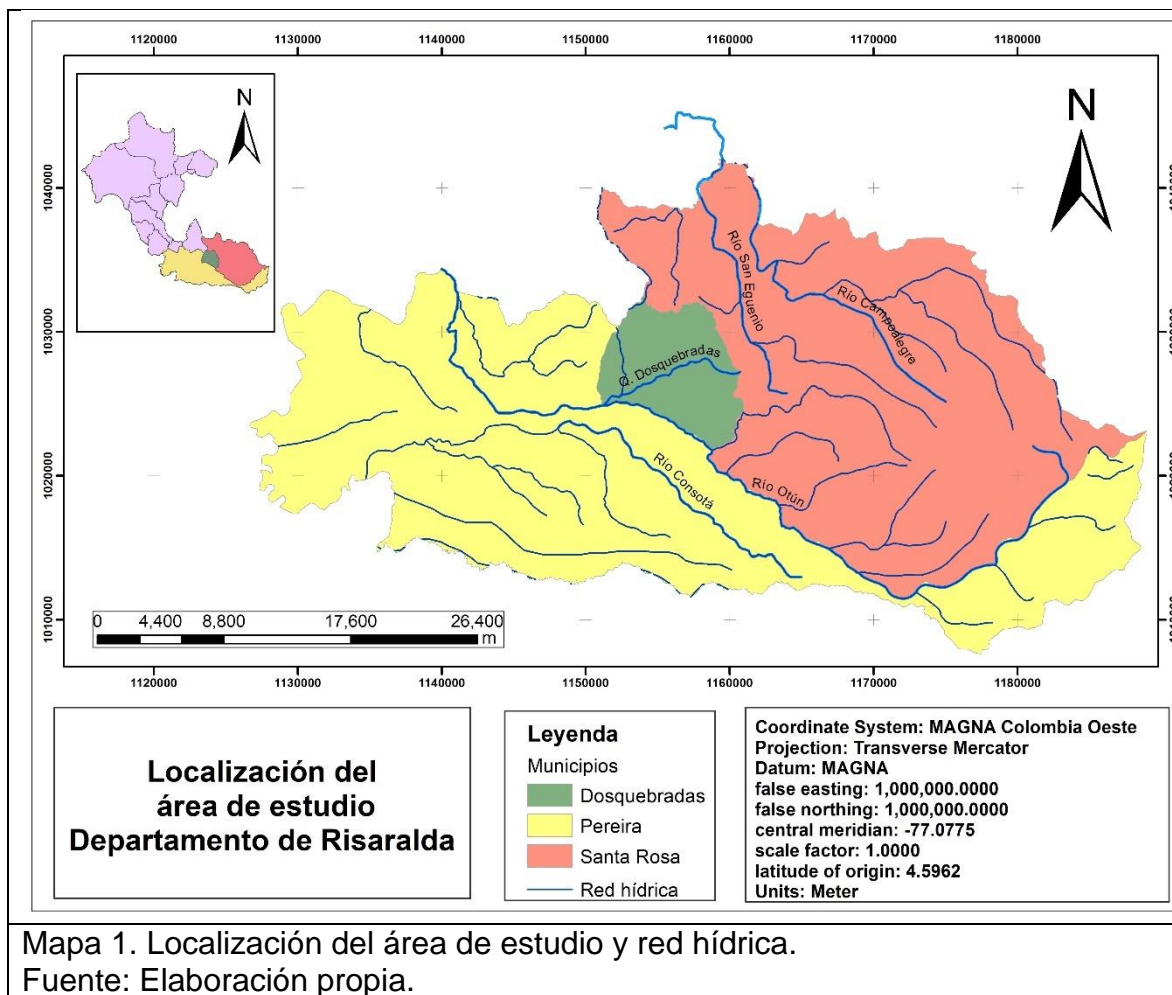
La densidad de una red se define como la relación entre el número de enlaces existentes y el número total de enlaces posibles. En este sentido refleja características como la homogeneidad cuando su valor se acerca a 1, o la heterogeneidad cuando su valor se acerca a 0. En términos generales se ha establecido que un valor alto de densidad se asocia con una mayor capacidad de acción colectiva, sin embargo valores excesivamente altos pueden generar una pérdida de capacidad de acción por cuanto se genera una gran homogeneización en el conocimiento, reduciendo así la capacidad de reaccionar ante entornos cambiantes (Bodin & Crona, 2009).

Con respecto a la modularidad en una red, refleja la posibilidad de agrupar los actores en grupos con cierto grado de afinidad. En este sentido, algunos autores sostienen que un valor alto de modularidad, asociados con la formación de subgrupos en redes en las cuales se modelen sistemas de gobernanza pueden incentivar la generación de conocimiento ya que permiten la interacción entre actores afines, sin embargo, cuando los subgrupos están aislados del resto de la red el conocimiento especializado que se genera en su interior no es aprovechable en el contexto general de la red (Bodin & Crona, 2009).

METODOLOGÍA

ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio de caso se desarrolló en el área comprendida por los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal, departamento de Risaralda, Colombia (Mapa 1.). Las principales corrientes de la red hídrica de la zona de estudio son el Río Otún, Río Consotá, Río San Eugenio, Río Campoalegre y Quebrada Dosquebradas.



OBJETIVO 1. CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LOS INTERESES DE LOS ACTORES SOBRE LAS FUENTES ABASTECEDORAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Los actores involucrados en el análisis fueron identificados en el marco de la tesis doctoral que tiene por objetivo “Proponer una unidad de análisis alternativa a la

cuenca hidrográfica, que considere los componentes de la gobernanza del agua para la Gestión de Recursos Hídricos”. Dentro de la metodología propuesta para la investigación, se encuentra la identificación de actores y la caracterización de sus interrelaciones, y por razones económicas y operativas, fue necesario delimitar del ámbito de estudio, de tal manera que permitiera llegar a un grupo de actores con intereses sobre el recurso hídrico y, mediante entrevistas semi estructuradas, conocer sus relaciones tanto con el agua como con los otros actores.

La identificación de actores, parte de dos clasificaciones, relacionadas con la manera en que el actor interactúa con el recurso hídrico:

Nivel 1. Actores que usan el recurso hídrico de manera directa: empresas de servicios públicos domiciliarios municipales; las organizaciones sociales y comunitarias, prestadoras de servicio en zonas rurales; y los sectores productivos

Nivel 2. Actores responsables de la administración y gestión del recurso hídrico: autoridades ambientales con jurisdicción en la zona de estudio, y las administraciones municipales y departamentales.

Para identificar los actores que integran cada nivel, se revisaron las bases de datos suministradas por CARDER, alcaldías, gremios, asociaciones y la academia. La información contenida en ellas es extensa, por tanto se definieron criterios de selección de actores para cada nivel.

Nivel 1.

En los tres municipios se reconocen de manera oficial 144 organizaciones sociales y comunitarias, prestadoras de servicio en zonas rurales: 54 en Pereira, 57 en Dosquebradas y 33 en Santa Rosa; son organizaciones heterogéneas en todos los términos: organizativos, operativos, administrativos, técnicos; no obstante, según la Ley 142 de 1994, todos son prestadores de servicios, por tanto, se realizó un muestreo aleatorio simple. Las E.S.P. municipales, todas fueron tenidas en cuenta.

En el caso del sector productivo, se identificaron como actores claves los gremios y asociaciones que representan las principales actividades para el desarrollo social y económico de cada municipio (ganadería, porcicultura, avicultura, piscicultura, café, aguacate, lulo, plátano, mora, cebolla): Comité de cafeteros centro occidente, Comité de Ganaderos del Centro, FENAVI, Asoporcicultores y ASHOFRUCOL, asociaciones cafeteras, asociaciones agropecuarias y productores independientes.

En el caso del sector industrial, el criterio empleado obedeció a que el actor fuera usuario directo del recurso hídrico, bien sea por captación o por vertimiento, y por supuesto, la facilidad de acceder al actor.

Nivel 2.

En este nivel ingresaron la CARDER y PNNN, las tres alcaldías municipales y la gobernación de Risaralda, con cada una de las dependencias que los integra.

Una vez identificados los actores que hicieron parte de la investigación, se procedió a contactarlos para llevar a cabo la entrevista semi-estructurada, la cual fue enfocada hacia dos preguntas: 1. ¿Cuál es el interés particular sobre el recurso hídrico?, 2. ¿cuáles son los actores con quienes se relaciona y que inciden de manera positiva o negativa en el logro del interés particular?

Para lograr una representatividad de las percepciones de los actores seleccionados, se realizaron entrevistas grupales, en las cuales participaron funcionarios de las diferentes dependencias (alcaldías municipales, CARDER, E.S.P. municipales), y entrevistas individuales, con los representantes legales de los acueductos rurales y asociaciones, y los asignados como responsables del tema desde sus funciones (gremios del sector productivo).

Con las entrevistas transcritas, el paso siguiente se concentró en codificar y categorizar las respuestas obtenidas, que por ser percepciones de los actores, debieron ser manejadas por el método cualitativo de análisis de contenido. Las categorías resultantes fueron: acciones que realizan los actores, mecanismos en los cuales se concentran las acciones e intereses a los cuales se llega a través de los mecanismos.

Registro de la información

La información recopilada en las entrevistas fue registrada en dos matrices de Excel, de las cuales la primera contiene la síntesis de las respuestas referentes a los intereses particulares de cada actor, mientras que la segunda refleja la percepción positiva, negativa o inexistente entre actores, con respecto a cada uno de los intereses encontrados.

La matriz de intereses particulares contiene las siguientes columnas: Interés, Mecanismo, Acción, Actor(1), Actor(2), , Actor(n). Cada posición (i,j) de la tabla puede tener los valores "X" o "NA". De esta manera un valor de "X" en la posición i,j representa que el Actor(i) ejecuta conscientemente la Acción(j), la cual se enmarca dentro del Mecanismo(j) y le apunta al cumplimiento del Interés(j).

Por su parte, la matriz de percepciones contiene las siguientes columnas: Interés, Actor_Entrevistado, Actor(1), Actor(2), , Actor(n). Los campos internos (i,j) de la matriz fueron llenados con el valor "0" en caso de que el Actor_Entrevistado(j) no reporte interacción con el Actor(i) de acuerdo con el Interés(j), "1" en caso de que la interacción se reporte como positiva, "-1" en el caso en que la interacción se interprete como negativa y "2" en el caso en que la interacción reporte tanto aspectos positivos como negativos.

OBJETIVO 2. IDENTIFICAR Y ANALIZAR LAS INTERRELACIONES DADAS ENTRE LOS ACTORES A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES.

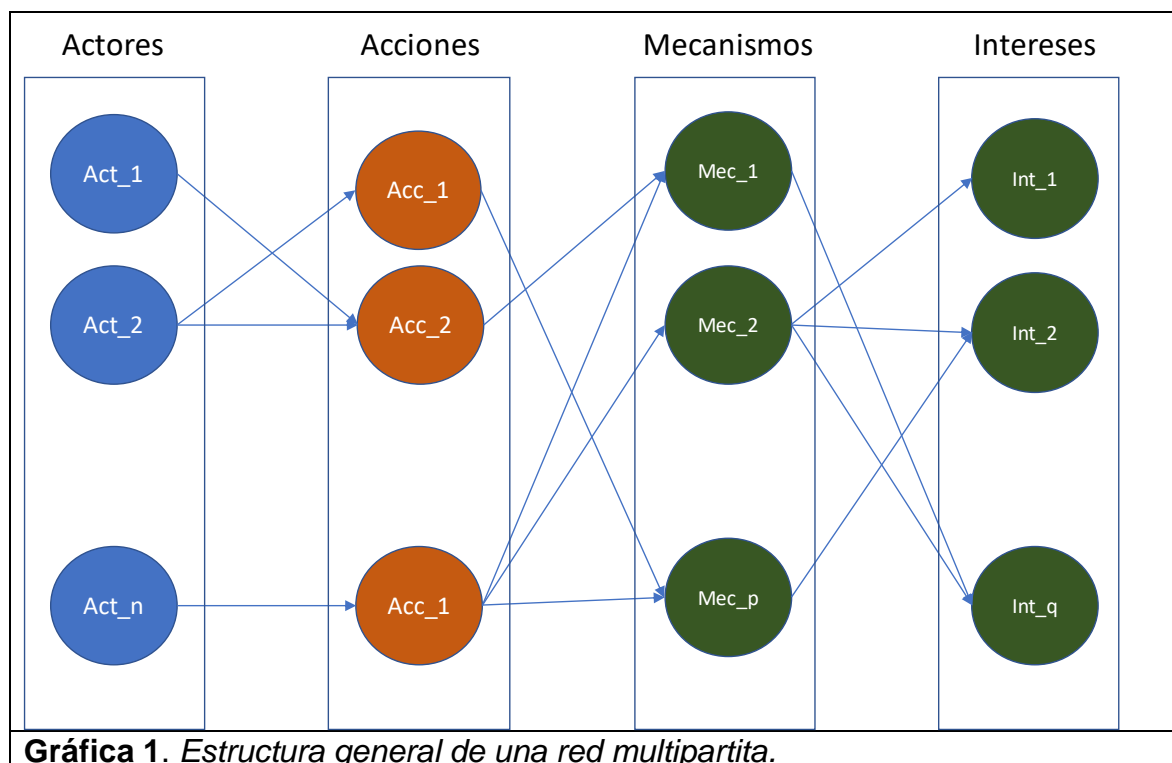
El cumplimiento del segundo objetivo implica la generación de redes a partir de la información recopilada para el objetivo anterior. Abarca el procesamiento de datos, la construcción de las redes y su visualización, además de los cálculos necesarios de sus parámetros para poder analizar la forma en que se relacionan los actores y la estructura que tiene el sistema desde el punto de vista de la gobernanza del agua.

GENERACIÓN DE REDES

El proceso de generación de redes partió de las matrices descritas en el punto anterior, las cuales se exportaron y fueron procesadas en el software R (R Core Team, 2018). Por un lado, se generaron las redes enfocadas en las acciones, mecanismos e intereses reportados por cada uno de los actores y por otro lado las redes de percepciones entre los actores.

Redes de actores, acciones, mecanismos e intereses

La red general que involucra las relaciones entre actores, acciones, mecanismos e intereses posee la característica de ser una red dirigida multipartita en la cual los actores se relacionan únicamente con las acciones que realizan, éstas últimas poseen aristas de salida sólo con los mecanismos a través de los cuales se enmarcan y los mecanismos sólo poseen aristas de salida direccionadas hacia los intereses a los cuales le apuntan. La estructura general de esta red puede verse en la gráfica 1.



Formalmente, puede describirse el conjunto de vértices y aristas como:

$$V = \{Act, Acc, Mec, Int\}$$

$$E = \left(x, y \mid Si\ x \in Act \xrightarrow{yields} y \in Acc, Si\ x \in Acc \xrightarrow{yields} y \in Mec, Si\ x \in Mec \xrightarrow{yields} y \in Int \right)$$

En donde,

V = Conjunto de vértices,

Act, Acc, Mec, Int = Subconjuntos de vértices con la propiedad de ser disyuntos entre sí, representando a los actores, acciones, mecanismos e intereses, respectivamente

E = Conjunto de Aristas (Edges):

Para los vértices, además del campo Id (código numérico entero de identificación única en la red) y Label (Nombre del vértice), se registraron los campos: Tipo (cadena de caracteres con los posibles valores “Actor”, “Acción”, “ Mecanismo”, “Interés”), Codificación (Nombre codificado del vértice como cadena de caracteres de la forma “Tipo_N”), Influencia (valor numérico entero con los valores 1 para actor con campo de acción sólo en Pereira, 2 para actor con campo de acción sólo en Dosquebradas, 3 para actor con campo de acción sólo en Santa Rosa, 4 para actor con campo de acción en todo el territorio, 0 para los vértices cuyo tipo es diferente a “Actor”) Categoría (valor numérico entero representando el código de categoría a la que pertenece el actor de acuerdo con las categorías registradas en la tabla 2). Los vértices fueron exportados en un archivo en formato CSV.

Tabla 2. *Categorías de actores registrados. La categoría 0 se utiliza para los vértices que no son actores.*

Codigo	Categoria
0	SIN CATEGORIA
1	ACUEDUCTO MUNICIPAL
2	ACUEDUCTO RURAL
3	INDUSTRIA
4	PRODUCTORES AGRICOLAS
5	PRODUCTORES GANADEROS
6	PRODUCTORES PORCICOLAS
7	PRODUCTORES AVICOLAS
8	PRODUCTORES CAFETEROS
9	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS
10	AUTORIDAD AMBIENTAL
11	ADMINISTRACION MUNICIPAL
12	ASOCIACION DE ACUEDUCTOS

En cuanto a las aristas, se generó un archivo CSV con las columnas Source (origen de la arista), Target (Destino), Weight (Peso de la arista), Type (con el valor “Directed”, por ser una red dirigida. De esta forma, cada fila del archivo representa la relación dirigida evidenciada entre el vértice del campo Source y el vértice del campo Target, con el peso representado en el campo Weight (de tipo punto flotante).

Los pesos de las aristas fueron calculados de la siguiente manera:

- Para las relaciones entre actores y acciones se asumió que el peso total de cada categoría de actores debería ser igual a 1; así, el peso de las relaciones que parten de un actor se calculó como:

$$W(i) = \frac{1}{n}$$

En donde, $W(i)$ es el peso de las relaciones que parten del actor i , n es el número de actores que pertenecen a la misma categoría del actor i .

- Para las relaciones entre acciones y mecanismos, el peso de salida de cada arista en el vértice i (acción) se calculó de la siguiente manera:

$$W(i) = \sum_{j=1}^n W(j)$$

En donde, $W(i)$ es el peso de las relaciones que parten de la acción i , n es el número de aristas de entrada a la acción i , $W(j)$ es el peso de la j -ésima arista de entrada a la acción i .

- Para las relaciones entre mecanismos e intereses, el peso de salida de cada arista en el vértice i (mecanismo) se calculó de la siguiente manera:

$$W(i) = \sum_{j=1}^n W(j)$$

En donde, $W(i)$ es el peso de las relaciones que parten del mecanismo i , n es el número de aristas de entrada a la mecanismo i , $W(j)$ es el peso de la j -ésima arista de entrada al mecanismo i .

El mismo procedimiento descrito para la red general se desarrolló para generar las redes clasificadas por área de influencia, resultando así una red general para Pereira, en la cual el subconjunto de vértices de actores se limita a los que tienen influencia efectiva sobre el área de Pereira, esto es, aquellos con codificación 1 y 4 en el campo “Influencia”. De manera análoga se generaron las redes para Dosquebradas y Santa Rosa, cambiando la codificación de influencia 1 por 2 y 3, respectivamente.

Posteriormente, se generaron redes generales agrupadas, en las cuales, en lugar de partir de los actores particulares, estos son agregados por categorías de acuerdo con la clasificación que se observa en la tabla XXX.

Para el cálculo del peso de las aristas correspondientes a las redes agregadas, se realizó el siguiente procedimiento:

- El peso de las aristas que relacionan la categoría i-ésima con la acción j-ésima se obtuvo así:

$$W(i) = \sum_{k=1}^n W(k)j$$

En donde, $W(i)$ es el peso resultante de las aristas entre la categoría i-ésima y la acción j-ésima, n es el número de actores que pertenecen a la categoría i, $W(k)j$ es el peso de la relación entre el k-ésimo actor que pertenece a la categoría i-ésima y la j-ésima acción en la red general descrita anteriormente.

- El peso de las relaciones entre acciones y mecanismos y entre mecanismos e intereses se calculó de la manera descrita para la primera red general.

Generación de redes bipartitas a partir de acciones, mecanismos e intereses particulares.

A partir de la información registrada en la matriz de intereses particulares, se generaron redes bipartitas entre actores – acciones, actores – mecanismos y actores – intereses. Cada una de ellas posee entonces dos subconjuntos de vértices disyuntos de la forma:

$$V1 = \{Act, Acc\}$$

$$V2 = \{Act, Mec\}$$

$$V3 = \{Act, Int\}$$

Y se define para cada red el conjunto de aristas como:

$$E1 = (x, y | x \in Act \& y \in Acc)$$

$$E2 = (x, y | x \in Act \& y \in Mec)$$

$$E3 = (x, y | x \in Act \& y \in Int)$$

La existencia de la relación (x,y) en el conjunto de aristas $E1$ implica que existe un valor de “X” en la matriz de intereses particulares en el campo de la columna correspondiente al actor “x” y al menos una fila en la que se encuentre la acción “y”, mientras que la existencia de la relación (x,y) en el conjunto de aristas $E2$ implica que existe un valor de “X” en la matriz de intereses particulares en el campo de la columna correspondiente al actor “x” y al menos una fila en la que se encuentre la

el mecanismo “y”. De manera análoga se infiere el comportamiento para las aristas E3.

El peso de cada arista se ponderó de la misma forma descrita en la sección previa para las relaciones entre actores y acciones.

A partir de las redes bipartitas descritas se generaron redes agrupadas por categoría, en las cuales el conjunto de vértices y aristas se describe de la siguiente manera:

$$V1 = \{Cat, Acc\}$$

$$V2 = \{Cat, Mec\}$$

$$V3 = \{Cat, Int\}$$

$$E1 = (x, y | x \in Cat \& y \in Acc)$$

$$E2 = (x, y | x \in Cat \& y \in Mec)$$

$$E3 = (x, y | x \in Cat \& y \in Int)$$

En donde Cat hace referencia al conjunto de categorías de actores.

El peso de cada arista se calculó como la sumatoria de las aristas entre los actores que hacen parte de cada categoría y cada una de las acciones.

Generación de redes bipartitas a partir de mecanismos e intereses generales.

Se generaron redes bipartitas entre actores – mecanismos y actores – intereses aplicando el concepto de transitividad de la siguiente manera:

Sea $M\{Mec1, Mec2, \dots, MecN\}$ tal que para todo $Mec(i)$ existe $ERG(Acc(j), Mec(i))$

Entonces, para todo $Act(k)$ tal que exista $ERG(Act(k), Acc(j))$, existirá $EBM(Act(k), Mec(i))$

Siendo ERG el conjunto de aristas de la red general y EBM el conjunto de aristas de la red bipartita entre actores y mecanismos.

De manera extensiva se genera el conjunto de aristas EBI de la red bipartita entre actores e intereses.

Generación de redes unimodales entre actores

A partir de cada una de las redes bipartitas obtenidas, en las cuales el conjunto de orígenes de las aristas es el subconjunto de actores de los vértices, se obtiene por proyección una red unimodal entre actores, mediada según sea el caso por acciones directas, mecanismos particulares, mecanismos generales, intereses particulares o intereses generales.

Siendo A el subconjunto de actores y B el subconjunto de acciones, mecanismos o intereses, según sea el caso, se define el conjunto de aristas de la proyección como:

$$E = \{x, y \mid x, y \in A, \text{ existe un } Bi \in B \text{ tal que existe } EB(x, Bi) \& EB(y, Bi)\}$$

En donde, EB es el conjunto de aristas de cada una de las redes bipartitas.

Las relaciones resultantes de la proyección son de tipo no dirigidas, y su peso se calcula de la siguiente manera:

$$W(x, y) = \sum_{i=1}^n W(x, Bi) + W(y, Bi)$$

En donde $W(x, y)$ es el peso resultante de la arista entre los actores x e y, n es el número de elementos del conjunto B con los cuales están relacionados tanto x como y, $W(x, Bi)$ es el peso de la arista $EB(x, Bi)$ y $W(y, Bi)$ es el peso de la arista $EB(y, Bi)$

De esta manera, se obtienen 5 redes de proyección sobre actores y análogamente 5 redes de proyección sobre categorías.

Redes de percepción

Las redes de percepción son del tipo multigrafo, teniendo en cuenta que la percepción entre cada par de actores se refiere a cada uno de los intereses

En este sentido, se generaron por cada uno de los intereses dos matrices de adyacencia que relacionan los actores, una para las percepciones positivas y otra para las percepciones negativas, y fueron procesadas a través del paquete Multigraph de R (Rivero O, 2018) para generar un multigrafo para cada uno de los tipos de percepción (positiva y negativa). Las aristas de este multigrafo son de tipo dirigidas, sin peso y se definen de la siguiente manera:

$$E(pos(i)) = \{x, y \mid x \text{ tiene una percepción positiva de } y \text{ de acuerdo al interés } i\}$$

$$E(neg(i)) = \{x, y \mid x \text{ tiene una percepción negativa de } y \text{ de acuerdo al interés } i\}$$

Así, se genera un grafo por cada interés y un multigrafo que contiene la información mediada por todos los intereses.

CÁLCULO DE MÉTRICAS DE RED Y VISUALIZACIÓN

Redes Multipartitas y Bipartitas

Para las redes Multipartitas y Bipartitas se calcularon métricas a nivel de vértice, que incluyen el grado, grado de entrada y grado de salida, con y sin peso las cuales se definen como:

$$D(i)_{in} = \text{Número de aristas entrantes al nodo } i$$

$$D(i)_{out} = \text{Número de aristas salientes del nodo } i$$

$D(i) = \text{Número de aristas entrantes} + \text{Número de aristas salientes del nodo } i$

$$WD(i)_{in} = \sum \text{pesos de las aristas entrantes al nodo } i$$

$$WD(i)_{out} = \sum \text{Pesos de las aristas salientes del nodo } i$$

$$WD(i) = WD(i)_{in} + WD(i)_{out}$$

En donde, $D(i)_{in}$ es el grado de entrada del nodo i , $D(i)_{out}$ es el grado de salida del nodo i , $D(i)$ es el grado del nodo i , $WD(i)_{in}$ es el grado de entrada con peso del nodo i , $WD(i)_{out}$ es el grado de salida con peso del nodo i , $WD(i)$ es el grado con peso del nodo (i).

La visualización de las redes unimodales se realizó en el software libre Gephi versión 0.9.1 (Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009), utilizando secuencialmente los algoritmos Force Atlas, Noverlap y Label Adjust, y generando una partición por colores de acuerdo con el tipo de vértice y un tamaño de acuerdo con el grado de salida para evaluar la importancia relativa de los actores y con el grado de entrada para analizar la importancia relativa de las acciones, mecanismos o intereses, dependiendo de la red específica.

Redes unimodales

Para las redes unimodales, además de lo anterior se calcularon medidas de grado medio y grado medio con pesos, diámetro de la red, densidad, centralidad de cercanía, centralidad de intermediación, centralidad de vector propio, utilizando el algoritmo propuesto por Brandes (2001), en la implementación que provee el software libre Gephi versión 0.9.1 (Bastian et al., 2009). La modularidad se calculó con base en el algoritmo especificado por Lambiotte, Delvenne, & Barahona (2009), mientras que el coeficiente medio de *clustering* se calculó con base en el algoritmo “Simple and slow brute force” implementado en el software mencionado.

La visualización de las redes unimodales se realizó en Gephi, utilizando secuencialmente los algoritmos Force Atlas, Noverlap y Label Adjust, realizando una partición de color de acuerdo con los valores de clase de modularidad obtenidos para cada nodo, y un ranking de color de acuerdo con los valores de centralidad de intermediación para cada nodo.

Multigrafos de percepción positiva y negativa

Para los multigrafos de percepciones se calcularon las mismas métricas descritas para las redes unimodales, pero utilizando los paquetes SNA (Carter T, 2016), IGRAPH (Gabor & Tamas, 2006) y MULTIGRAPH (Rivero O, 2018) para R. La visualización se realizó a través de la función multigraph() de la librería del mismo nombre, utilizando el algoritmo force.

COMPARACIÓN DE SIMILITUD ESTRUCTURAL

Para las redes unimodales de actores se realizó una comparación de similitud estructural, utilizando la función `structdis()` del paquete SNA para R, la cual hace una implementación del algoritmo de Hamming para calcular la similitud entre cada par de redes, con base en el número de cambios en sus matrices de adyacencia para convertir una red en otra (Donnat & Holmes, 2018). El resultado es una matriz de distancias estructurales, en la cual cada valor está normalizado en el rango 0-1, siendo 0 el valor de máxima similitud o identidad y 1 el valor de máxima disimilitud.

De igual manera se procedió con las redes unimodales de categorías.

OBJETIVO 3. VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA A TRAVÉS DE PANEL DE DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que es la primera vez que se aplica el Análisis de Redes Sociales en Colombia en el contexto de la gobernanza del recurso hídrico, se planteó la pertinencia de validar el proceso a través de un panel de discusión de actores del sector académico, con un enfoque interdisciplinario.

Se contó con la participación de 12 profesionales adscritos a los grupos de investigación reconocidos de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, con enfoques en agua y saneamiento, ecología, ingeniería y sociedad, y estudios interdisciplinarios. Todos los participantes contaban con título de maestría o doctorado.

Durante el panel se realizó una exposición explicando de manera general la historia del Análisis de Redes Sociales y la forma en que se aplicó, haciendo énfasis en cómo se establecieron las relaciones y en el cálculo y la interpretación de las métricas de red tanto a nivel de vértice como de red completa. Igualmente se mostraron resultados parciales y conclusiones a las que se podía llegar a partir de la interpretación de los fenómenos que se dan en un territorio a través de las relaciones entre las partes interesadas, más que en las características propias o atributos de cada una de ellas.

Al final se les pidió a los asistentes generar una discusión teniendo como foco la validez de la aplicación de la metodología en el contexto de la gobernanza del recurso hídrico y se registraron sus comentarios.

RESULTADOS

OBJETIVO 1. CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LOS INTERESES DE LOS ACTORES SOBRE LAS FUENTES ABASTECEDORAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Se encontró que en la zona de estudio confluyen enmarcados en los procesos de gobernanza del agua los siguientes tipos de actores: Acueductos municipales, Acueductos rurales, Industrias, Productores agrícolas, Productores ganaderos, Productores porcícolas, Productores avícolas, Productores cafeteros, Asociaciones agropecuarias, Autoridades ambientales, Administraciones municipales y Asociaciones de acueductos.

Dentro de cada una de las categorías, fueron seleccionados los actores de acuerdo con la metodología descrita, para realizar el proceso de entrevista. Los actores, su área de influencia y su categoría pueden verse en la tabla 3.

Tabla 3. Actores entrevistados.

Id	Label	Area	Categoría
1	COATS	Pereira	INDUSTRIA
2	SUZUKI	Pereira	INDUSTRIA
3	FENAVI	Regional	PRODUCTORES AVICOLAS
4	PORCICULTORES	Regional	PRODUCTORES PORCICOLAS
5	COMITE DE GANADEROS	Regional	PRODUCTORES GANADEROS
6	PROD CEBOLLA	Pereira	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS
7	ASHOFRUCOL	Pereira	PRDUCTORES AGRICOLAS
8	CAFE ENTRE VERDES	Pereira	PRODUCTORES CAFETEROS
9	COMITE DE CAFETEROS	Regional	PRODUCTORES CAFETEROS
10	Acu LLANO GRANDE	Pereira	ACUEDUCTO RURAL
11	Acu CAIMALITO	Pereira	ACUEDUCTO RURAL
12	Acu TRIBUNAS CORCEGA	Pereira	ACUEDUCTO RURAL
13	Acu ACUACOMBIA	Pereira	ACUEDUCTO RURAL
14	Acu LA FLORIDA	Pereira	ACUEDUCTO RURAL
15	AGUAS Y ASEO DE RDA	Regional	ACUEDUCTO MUNICIPAL
16	A Y A	Pereira	ACUEDUCTO MUNICIPAL
17	CARDER	Regional	AUTORIDAD AMBIENTAL
18	ALCALDIA DE PEREIRA	Pereira	ADMINISTRACION MUNICIPAL
19	PNN	Regional	AUTORIDAD AMBIENTAL
20	ASOCIACIONES DE PRODUCTORES DE SANTA ROSA	Santa Rosa	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS
21	AMERICANA DE CURTIDOS	Santa Rosa	INDUSTRIA
22	ALCALDIA DE SANTA ROSA	Santa Rosa	ADMINISTRACION MUNICIPAL
23	EMPOCABAL	Santa Rosa	ACUEDUCTO MUNICIPAL
24	SERVICIUDAD	Dosquebradas	ACUEDUCTO MUNICIPAL
25	ACUASEO	Dosquebradas	ACUEDUCTO MUNICIPAL

26	ALCALDIA DE DOSQUEBRADAS	Dosquebradas	ADMINISTRACION MUNICIPAL
27	AMAC	Dosquebradas	ASOCIACION DE ACUEDUCTOS
28	Aso Acu AGUA FRIA	Dosquebradas	ACUEDUCTO RURAL
29	Aso PRODUCTORES AGROPECUARIOS DDAS	Dosquebradas	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS
30	ASOCAFE MANANTIAL	Dosquebradas	PRODUCTORES CAFETEROS
31	Aso PISCICULTORES DDAS	Dosquebradas	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS
32	Acu JAC ACUALEONA	Santa Rosa	ACUEDUCTO RURAL
33	Acu JAC LA CAPILLA	Santa Rosa	ACUEDUCTO RURAL
34	Acu JAC CAMPOALEGRE LA ESTACION	Santa Rosa	ACUEDUCTO RURAL
35	CHEC	Santa Rosa	INDUSTRIA
36	APROVIR	Pereira	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS
37	CARTONES Y PAPELES DE RISARALDA	Dosquebradas	INDUSTRIA
38	Acu LA PALMA	Dosquebradas	ACUEDUCTO RURAL
39	Acu LA TOMINEJA	Dosquebradas	ACUEDUCTO RURAL
40	Acu DIVINO NINO	Dosquebradas	ACUEDUCTO RURAL
41	Acu PUERTO NUEVO	Dosquebradas	ACUEDUCTO RURAL
42	Acu ALTO DEL TORO	Dosquebradas	ACUEDUCTO RURAL

Se tuvieron en cuenta 5 Acueductos municipales, de los cuales 2 son de Dosquebradas, 1 es de Pereira, 1 de Santa Rosa y 1 de alcance regional, mientras que con respecto a los acueductos rurales fueron 14, de los cuales 5 tienen radio de acción en Pereira, 6 en Dosquebradas y 3 en Santa Rosa.

Las dos autoridades ambientales con jurisdicción en la zona de estudio fueron involucradas (CARDER y PNN), al igual que las 3 administraciones municipales. En cuanto al sector industrial y productivo, se tuvieron 17 actores, de los cuales 6 tienen influencia en Pereira, 4 en Dosquebradas, 3 en Santa Rosa y 4 Regionales.

Los resultados de las entrevistas fueron registrados en 2 tablas de Excel, la primera registra la información acerca de los intereses particulares de los actores y la segunda registra las percepciones positivas o negativas entre actores. Las tablas se anexan en formato digital, con los nombres Tabla_Intereses_Particulares.XLSX y Tabla_Percepciones.XLSX.

A partir de las entrevistas se encontraron 19 intereses particulares diferentes, los cuales se observan en la tabla 4.

Con respecto al interés de **Conocer el recurso hídrico** se encontró que el único actor que lo refiere es la **CARDER**, a través de acciones específicas como el monitoreo hidroclimatológico, monitoreo de calidad y cantidad e implementación de instrumentos de gestión, las cuales se enmarcan en los mecanismos de gestión de generación de conocimiento y aplicación de la normativa. Otro interés que aparece de manera exclusiva relacionado con este actor es el de **Administración y coadministración del recurso hídrico**, al cual se le apunta a través de acciones como implementación de instrumentos de gestión, gestión del recurso hídrico en

función del desarrollo normativo, cumplimiento de las competencias y definición de estrategias de participación social.

El tercer interés encontrado es el de **Garantizar la oferta**, el cual hace parte de la visión de la **CARDER** y la empresa de acueducto **Aguas y Aguas**, y las acciones a través de las cuales se direccionan los esfuerzos son: Monitoreo de cantidad y calidad, monitoreo hidroclimatológico, implementación de instrumentos de gestión, gestión del recurso hídrico en función del desarrollo normativo, conservación de cuencas, estimación de balances hídricos regionales, elaboración e implementación del Plan de Aseguramiento Hídrico Regional.

Por su parte, el interés de **Conservación** solo lo refieren de manera directa los actores **Parques Nacionales Naturales** y **Acueducto La florida**, con acciones como la visibilización de servicios ecosistémicos dentro del territorio, gobernanza ambiental territorial y tratamiento de aguas residuales, además del cumplimiento de las competencias propias de **PNN**.

En cuanto al actor **Alcaldía de Pereira**, es el único que manifiesta un interés por **Garantizar el aprovisionamiento de agua potable a todas las personas del territorio**, y lo sustenta a través de mecanismos de gestión como: Mejoramiento de la calidad del agua de los acueductos rurales, aprovisionamiento continuo de agua y aplicación de la normativa.

Actores del sector productivo industrial y de servicios como Asocafé Manantial, Acueducto Acualeona, Asociación de Piscicultores de Dosquebradas, Serviciudad, Acuaseo, Americana de Curtidos, COATS y SUZUKI realizan acciones direccionadas a través de los mecanismos Viabilización de E.S.P., Sostenibilidad de la empresa, Proceso productivo, Proceso Industrial, Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, Conservación del recurso hídrico y Autoabastecimiento, apuntándole a los intereses de **Materia Prima** y **Materia Prima Empresarial**.

Se evidenciaron 4 intereses relacionados con el abastecimiento, los cuales de acuerdo con su tipo son: **Humano, humano agrícola y pecuario; humano, agroindustrial, agrícola y pecuario; humano y comercial**. Estos intereses fueron referenciados principalmente por actores de tipo acueducto rural y por SUZUKI.

El actor Acueducto Acuacombia fue el único en mencionar el interés de **Turismo de conservación**, y con ese objetivo ha emprendido acciones de reforestación, tratamiento de aguas residuales y generación de conocimiento, mientras que el Acueducto de Tribunas Córcega comparte con Acuacombia el interés de **Bienestar de la población**, a través de mecanismos de gestión como la Potabilización del agua, Prestación de servicios públicos y conservación del recurso hídrico.

Los intereses particulares más relevantes son **Insumo fundamental** y **Materia prima**, los cuales son referenciados por los actores del sector industrial productivo y acueductos tanto rurales como municipales, a través de diferentes mecanismos

como: Certificación en BPA, Proceso Productivo, Proceso industrial, Disminución de costos, Plan maestro de acueducto y alcantarillado, autoabastecimiento y conservación del recurso hídrico.

El interés de **Abastecimiento municipal** únicamente es mencionado por la Alcaldía de Santa Rosa, y refiere acciones como: Venta de agua en bloque, Prestación del servicio de acueducto y alcantarillado, Elaboración e implementación del plan de emergencia y contingencia, Ajuste del POT, Conservación de Cuencas, Fortalecimiento de los acueductos comunitarios, Desarrollo de políticas productivas y Construcción y mantenimiento de sistemas sépticos.

Por su parte, la Alcaldía de Dosquebradas, de manera exclusiva le apunta a los intereses de **Atender la demanda para consumo humano, agrícola e industrial** y **Atender la demanda proyectada para consumo humano**. Para esto desarrolla las acciones de Compra de agua en bloque, Fortalecimiento de los acueductos comunitarios, obtención de concesiones de fuentes alternas de abastecimiento y Ajuste del POT, esta última direccionada hacia el Uso sostenible de agua subterránea

Tabla 4. *Intereses relacionados con la gestión integral del recurso hídrico*

Id	DESCRIPCION
1	CONOCER EL RECURSO HIDRICO
2	ADMINISTRACION Y COADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO
3	GARANTIZAR LA OFERTA
4	CONSERVACION
5	GARANTIZAR EL APROVISIONAMIENTO DE AGUA POTABLE A TODAS LAS PERSONAS DEL TERRITORIO
6	MATERIA PRIMA EMPRESARIAL
7	ABASTECIMIENTO HUMANO
8	ABASTECIMIENTO HUMANO, AGRICOLA Y PECUARIO
9	TURISMO DE CONSERVACION
10	BIENESTAR DE LA POBLACION
11	INSUMO FUNDAMENTAL
12	MATERIA PRIMA
13	ABASTECIMIENTO MUNICIPAL
14	ATENDER LA DEMANDA PARA CONSUMO HUMANO, AGRICOLA E INDUSTRIAL
15	ATENDER LA DEMANDA PROYECTADA PARA CONSUMO HUMANO
16	ABASTECIMIENTO HUMANO, AGROINDUSTRIA, COMERCIAL Y TURISTICO
17	ABASTECIMIENTO ACUEDUCTOS COMUNITARIOS
18	GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA
19	ABASTECIMIENTO HUMANO, COMERCIAL

OBJETIVO 2. IDENTIFICAR Y ANALIZAR LAS INTERRELACIONES DADAS ENTRE LOS ACTORES A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE REDES SOCIALES.

REDES MULTIPARTITAS POR ACTORES

Las visualizaciones de los grafos y el análisis de los grados de entrada y grados de salida para las redes Multipartitas permitieron evaluar con base en la información obtenida, la importancia relativa de los actores (grado de salida) y de los intereses (grado de entrada). En la figura 1 se observan los grafos resultantes de las redes Multipartitas generales, en las que se relacionan los actores con las acciones que realizan, enmarcadas en los procesos de gobernanza y co-gobernanza del recurso hídrico, éstas con los mecanismos a través de los cuales se gestionan, y estos últimos con los intereses a los cuales se direccionan estratégicamente.

De acuerdo con la distribución de los grados de entrada, es claro que en las diferentes escalas espaciales de análisis, tanto involucrando toda el área de estudio como fragmentándola con respecto a la división política por municipios, se resaltan de manera significativa los intereses de **insumo fundamental y materia prima**, los cuales presentan un valor de 32,11 y 31,23, respectivamente, para toda el área de estudio, mientras que en el caso del análisis para Pereira presentan valores de 29 y 26,8, en Dosquebradas 30,5 y 30 y en Santa Rosa 29,1 y 29,6. Estos valores superan en alrededor 3,2 veces el promedio general del grado de entrada de los intereses en las diferentes escalas de análisis.

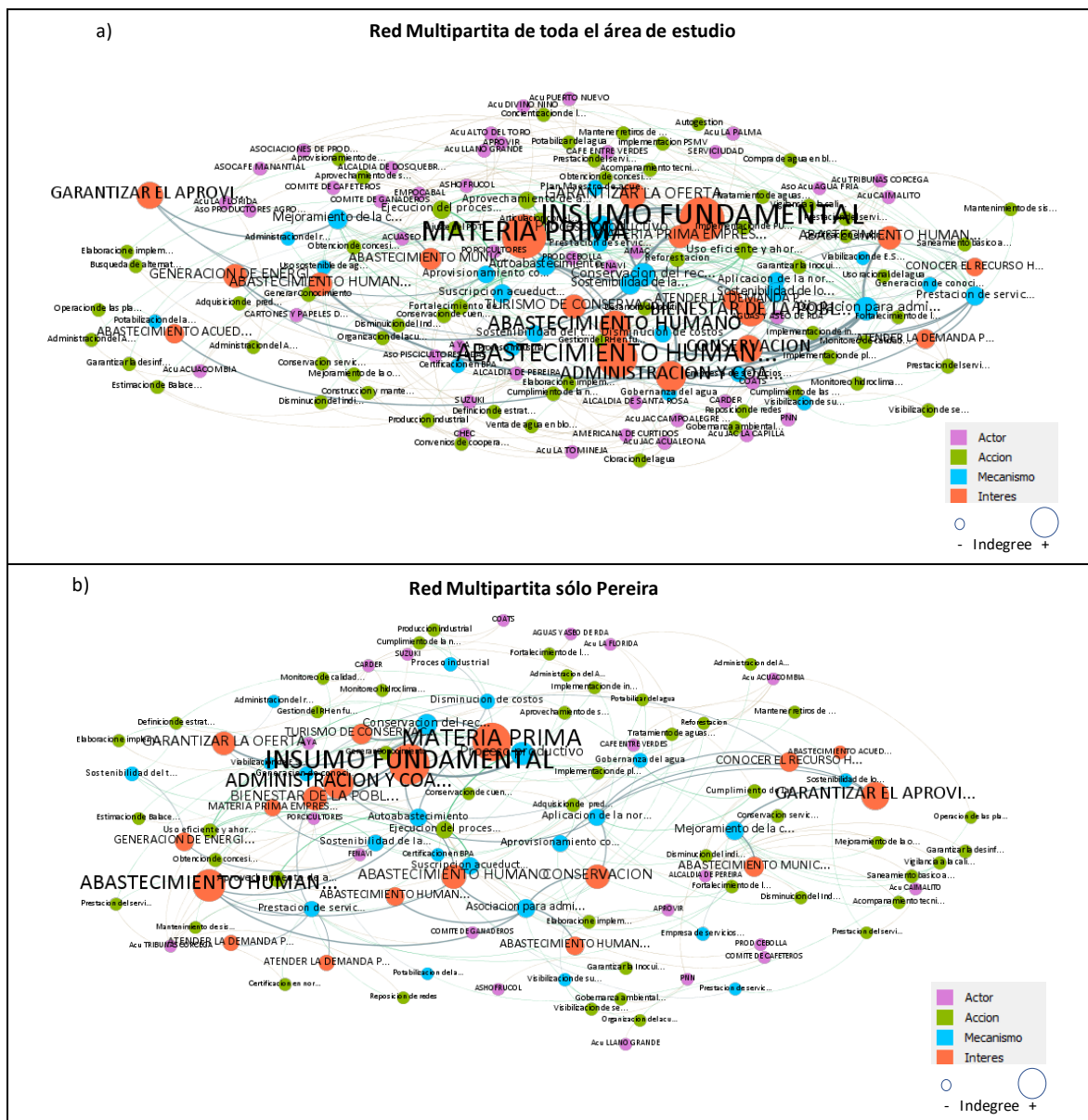
Lo anterior, desde el punto de vista de la gobernanza del recurso hídrico, puede explicarse a través de las diferentes acciones que realizan los actores que pertenecen a sectores productivos, bien sea industriales o agropecuarios, los cuales tienen un efecto sobre el sistema resaltando los intereses mencionados.

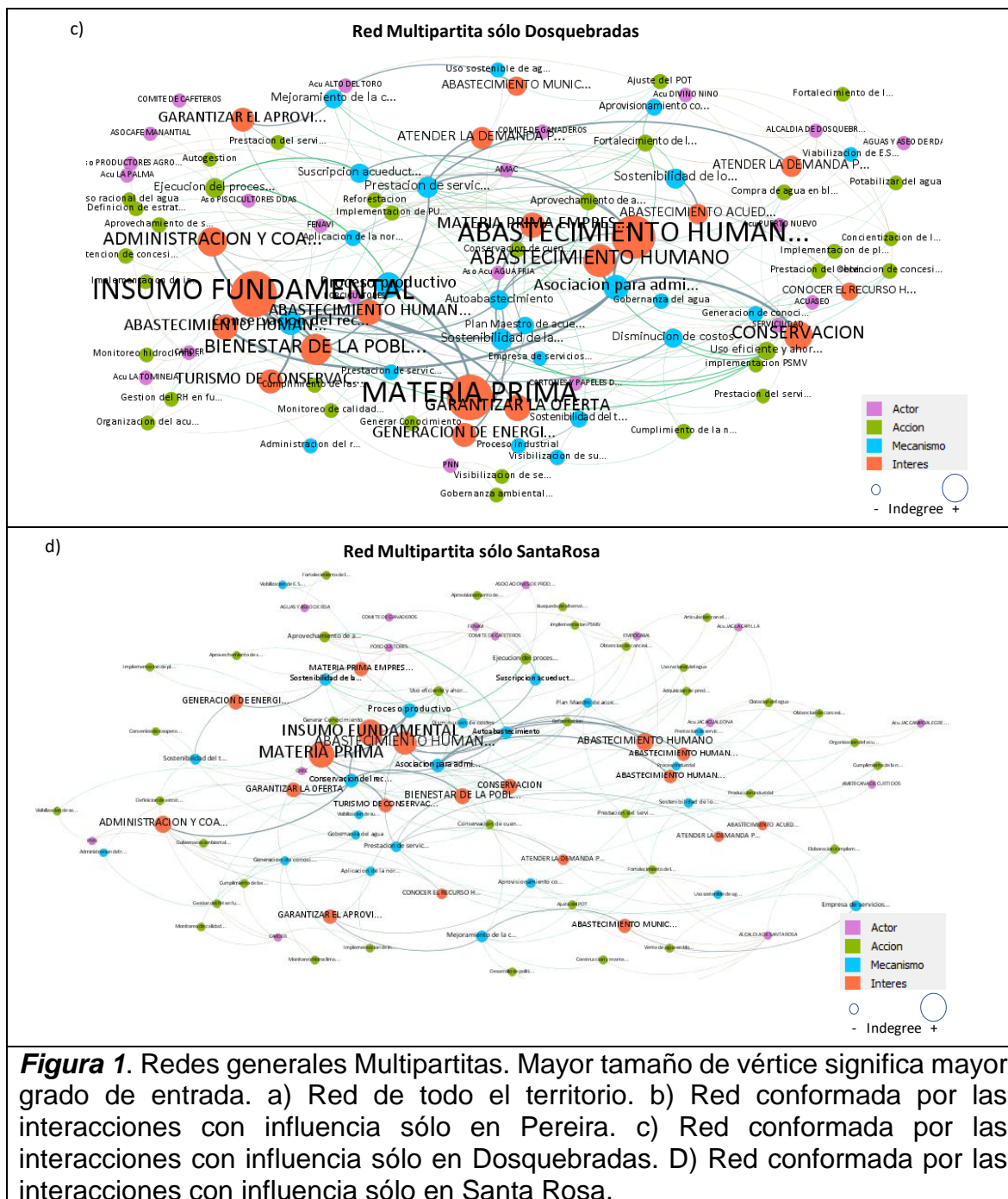
En este sentido, se observa que los actores que aparecen de manera recurrente entre los de mayor grado de salida en las diferentes escalas de análisis son Porcicultores y FENAVI (6 y 4, respectivamente), mientras que en cada municipio, entran a desempeñar un rol importante dentro del sistema las alcaldías municipales, presentando un valor incluso mayor que los dos actores mencionados en el caso de Pereira y Santa Rosa .

Por su parte, los intereses que aparecen con más baja relevancia en el sistema analizado son: Abastecimiento de acueductos comunitarios y Atender la demanda proyectada para el consumo humano, en el subsistema de Pereira, mientras que en Dosquebradas fueron Conocer el recurso hídrico y Abastecimiento municipal y en Santa Rosa fueron Abastecimiento de acueductos comunitarios y Conocer el recurso hídrico. Cuando se tiene la mirada general del territorio los intereses con menor relevancia son **Conocer el recurso hídrico y Atender la demanda para uso humano, agrícola e industrial**.

Es reiterativa la aparición del interés de Conocer el recurso hídrico entre las posiciones más bajas en el ranking de grados de entrada, y puede explicarse porque el único actor que manifiesta de manera consciente realizar acciones enfocadas en

ese sentido es la CARDER, a través de monitoreo hidroclimatológico, monitoreo de calidad y cantidad e implementación de instrumentos de gestión.





REDES MULTIPARTITAS POR CATEGORÍAS DE ACTORES

El siguiente nivel de análisis agrupa los actores entrevistados por categorías, tratando de manera agregada las acciones que cada uno de ellos realiza y sumando el peso asignado las relaciones que parten de los actores. De esta manera el comportamiento de cada categoría en las redes multipartitas refleja la sumatoria de las relaciones de cada uno de sus actores asociados. Aunque, como se explicó

anteriormente, pueden quedarse por fuera de la red algunos actores particulares, el tratamiento de las redes agrupadas por categorías permite obtener un panorama general de las acciones, mecanismos e intereses evidentes en el territorio, enmarcados en los procesos de gobernanza y/o gestión integral del recurso hídrico.

Debido al diseño de las redes multipartitas por categorías, los parámetros obtenidos para los intereses son iguales a los de las redes multipartitas por actores, sin embargo, su importancia radica en el análisis del grado de salida para cada categoría, lo cual permite evidenciar cuáles de ellas se convierten en nodos críticos desde el enfoque de los intereses generales a los cuales se le apunta en el territorio estudiado.

En este sentido, en la tabla 5 pueden observarse los cálculos de grado de salida tanto para las categorías de actores con influencia en todo el territorio, como para las que limitan su influencia a cada uno de los municipios.

Tabla 5. Grado de salida (outdegree) de las categorías de actores en las redes multipartitas: a) Red general de todo el territorio, b) Red sólo de Pereira, c) Red sólo de Dosquebradas, d) Red sólo de Santa Rosa.

a)	Categoría de actor	outdegree	b)	Categoría de actor	outdegree
	ACUEDUCTO RURAL	22		ACUEDUCTO RURAL	16
	ADMINISTRACION MUNICIPAL	20		ADMINISTRACION MUNICIPAL	12
	ACUEDUCTO MUNICIPAL	14		AUTORIDAD AMBIENTAL	8
	INDUSTRIA	8		PRODUCTORES PORCICOLAS	6
	AUTORIDAD AMBIENTAL	8		ACUEDUCTO MUNICIPAL	4
	PRODUCTORES PORCICOLAS	6		PRODUCTORES AVICOLAS	4
	PRODUCTORES AVICOLAS	4		PRODUCTORES CAFETEROS	4
	PRODUCTORES CAFETEROS	4		INDUSTRIA	3
	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS	4		PRODUCTORES GANADEROS	2
	ASOCIACION DE ACUEDUCTOS	4		PRODUCTORES AGRICOLAS	1
	PRODUCTORES GANADEROS	2		ASOCIACIONES AGROPECUARIAS	1
	PRODUCTORES AGRICOLAS	1			
c)	Categoría de actor	outdegree	d)	Categoría de actor	outdegree
	ACUEDUCTO MUNICIPAL	8		ACUEDUCTO MUNICIPAL	8
	ACUEDUCTO RURAL	8		AUTORIDAD AMBIENTAL	8
	AUTORIDAD AMBIENTAL	8		ADMINISTRACION MUNICIPAL	8
	PRODUCTORES PORCICOLAS	6		ACUEDUCTO RURAL	7
	PRODUCTORES AVICOLAS	4		INDUSTRIA	6
	ADMINISTRACION MUNICIPAL	4		PRODUCTORES PORCICOLAS	6
	ASOCIACION DE ACUEDUCTOS	4		PRODUCTORES AVICOLAS	4
	INDUSTRIA	2		ASOCIACIONES AGROPECUARIAS	3
	PRODUCTORES GANADEROS	2		PRODUCTORES GANADEROS	2
	ASOCIACIONES AGROPECUARIAS	2		PRODUCTORES CAFETEROS	1
	PRODUCTORES CAFETEROS	1			

Puede evidenciarse que en todas las unidades de análisis aparece la categoría **Acueducto rural** entre las más relevantes, con un grado de salida de 22 para todo el territorio, 16 en Pereira, 8 en Dosquebradas y 7 en Santa Rosa. Adicionalmente, también se observa que las **administraciones municipales** aparecen en los primeros lugares de grado de salida por categorías, mientras que las autoridades ambientales se visualizan principalmente en el caso del análisis por municipios, pero en el consolidado del territorio son superadas por otras categorías. Es importante entender que las redes multipartitas analizadas reflejan una propiedad emergente

del sistema, que se hace visible si se analizan los intereses predominantes, pues aunque de forma directa las administraciones municipales y las autoridades ambientales no apunten conscientemente a los intereses de insumo fundamental o materia prima, las acciones directas que realizan en función del recurso hídrico, pueden gestionarse a través de mecanismos de manera indirecta, y por consiguiente apuntarle a otros intereses diferentes a los de su rol definido en el sistema.

Por otro lado, en la parte media de las tablas de grados de salida aparecen de manera reiterativa la industria, los productores porcícolas y avícolas, los cuales a través de sus enfoques particulares, promueven los intereses de insumo fundamental y abastecimiento humano, agrícola, pecuario e industrial.

REDES BIPARTITAS POR ACTORES

Se generaron cinco redes bipartitas, las cuales permiten describir las relaciones directas que existen entre los actores, por un lado, y las acciones, mecanismos e intereses particulares, por el otro lado, al igual que las relaciones que surgen como propiedad emergente del sistema, de manera no intencional entre los actores y los mecanismos e intereses generales. La visualización de estas redes puede observarse en la figura 2.

Red Actores – Acciones Particulares

Las acciones particulares que tienen una marcada relevancia en el sistema son: Ejecución del proceso productivo, aprovechamiento de aguas lluvias, uso eficiente y ahorro del agua y fortalecimiento de los acueductos comunitarios, las cuales presentan un grado de entrada con peso de 5,0, 3,5, 2,9 y 2,1 respectivamente, mientras que el grado medio con peso es de 0,68.

En este sentido, es preciso resaltar que las acciones particulares que realizan los actores están relacionadas con la misión o la visión propia de cada uno de ellos, ya que tienen la capacidad de decidir cuáles acciones desarrollan de manera independiente desde el foco de sus propios objetivos. Así, no es extraño que la acción más relevante sea ejecución del proceso productivo, seguida por el aprovechamiento de aguas lluvias, lo cual refleja la presión que ejercen sobre el sistema los actores de sectores productivos, que utilizan el agua dentro como elemento de marcada importancia en su cadena productiva.

De la misma manera, la acción de uso eficiente y ahorro del agua es realizada de manera independiente por algunos usuarios del sector industrial y productivo y algunos acueductos comunitarios. Así, es importante resaltar desde la perspectiva de la gestión integral del recurso un vacío estructural, en el sentido en que cada actor desarrolla estas actividades sin evidenciar interacciones con otros actores del sistema en términos, por ejemplo, de transferencia de conocimiento o de compartir

recursos necesarios para el desarrollo de las acciones, lo cual podría resultar en una mejora en la eficiencia general del sistema.

En concordancia con lo anterior, los actores con mayor influencia desde el punto de vista de las acciones particulares son: Porcicultores, FENAVI y AMAC, con un grado de salida de 6,0 4,0 y 4,0, respectivamente. Esto puede interpretarse desde el punto de vista del amplio espectro de acciones que realizan en el sistema, sumando entre los tres 15 acciones particulares. De esta manera, se refuerza la relevancia de los actores del sector productivo, y particularmente en el campo pecuario, en el cual el agua es un recurso determinante para el cumplimiento de sus objetivos misionales.

Red Actores – Mecanismos Particulares

En cuanto a los mecanismos particulares, es evidente la relevancia que tiene en el sistema la **Asociación para administrar el acueducto**, con un valor de grado con peso de 23,7, mientras que el grado medio con peso de todos los mecanismos es de 2,8. Desde el punto de vista de la gobernanza del recurso, esto puede explicarse por la importancia de los mecanismos asociativos de participación, a través de los cuales se desarrollan procesos de gestión en los que se han enmarcado los acueductos comunitarios, a través de figuras administrativas que permiten la participación comunitaria en la toma de decisiones y en la construcción de una hoja de ruta que los lleve a cumplir sus objetivos misionales. Sin embargo, este tipo de actores establece el mecanismo de manera particular, es decir, sin evidenciar relaciones de transferencia de conocimiento con otros actores que cumplen el mismo rol dentro del sistema analizado.

Red Actores – Intereses Particulares

Con respecto a las relaciones entre actores e intereses particulares, los intereses más relevantes son: Garantizar el aprovisionamiento de agua potable a todas las personas del territorio, Insumo fundamental y Garantizar la oferta, con un grado con peso (de entrada) de 6,5, 6,1 y 4,0 respectivamente, mientras que el grado medio con pesos de todos los intereses es de 2,1. Llama la atención el hecho de que los intereses de Conservación y Conocer el recurso hídrico, los cuales desde una perspectiva ambiental podrían considerarse como aquellos de soporte para el resto de intereses en el sistema, aparezcan en la parte media de la clasificación por grado de entrada con pesos, con valores de 1,8 y 1,5, respectivamente (por debajo del grado medio), y el interés de atender la demanda proyectada para consumo humano, que reflejaría la preocupación a mediano y largo plazo por garantizar la disponibilidad del recurso en un entorno en el cual es clara la tendencia crecimiento poblacional, aparezca en la parte baja de la clasificación con un valor de grado con peso de 0,2.

Aunque va más allá del alcance del presente proyecto, es importante desde la visión de la integralidad en la gestión del recurso hídrico y los procesos de gobernanza, plantear la necesidad de promover una discusión acerca de la priorización que

deberían tener los intereses en un sistema, enfocado en las corrientes abastecedoras, involucrando en un marco prospectivo aspectos sociales, económicos, culturales y biofísicos, que le dan un carácter particular a cada caso de estudio y hace que el proceso de planificación enfocado sólo en la normatividad a escala nacional, no contemple las dinámicas propias que surgen en cada territorio, que se evidencian a partir de la diversidad en las formas en que se relaciona la sociedad con la naturaleza.

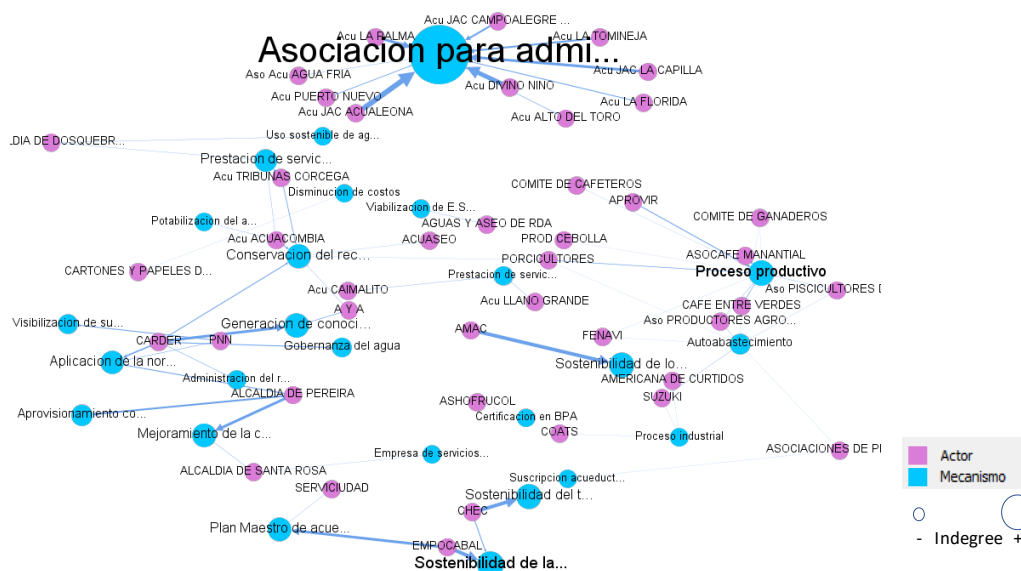
Red Actor – Mecanismo General

Las redes que relacionan a los actores con los mecanismos e intereses generales parten de la premisa de la transitividad aplicada a la red general multipartita; de esta manera, una arista entre un actor y un mecanismo o interés general no necesariamente implica una relación directa entre ellos, sino la existencia de un camino de propagación a través de las acciones particulares. Lo anterior se explica teniendo en cuenta que una acción A_i puede gestionarse a través de varios mecanismos $M_1..M_n$ en el sistema, aunque un actor sólo esté relacionado con un mecanismo directo a través de esa acción. Por esto, las relaciones que se muestran en estas redes representan la forma en que un actor puede interactuar con mecanismos o intereses, incluso de manera no consciente.

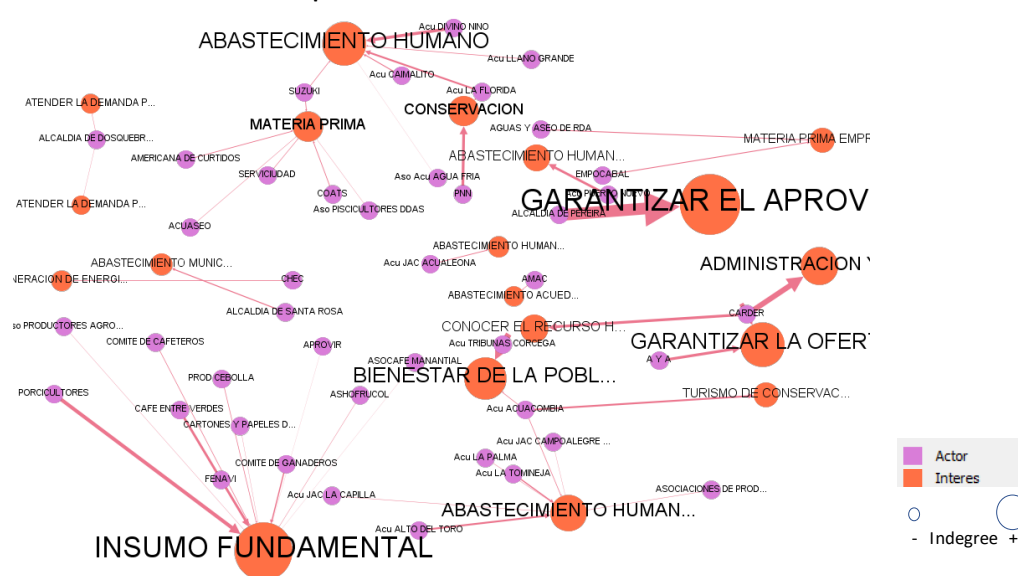
Al analizar la red Actor – Mecanismo General, se encuentra la emergencia del mecanismo Conservación del recurso hídrico como el más preponderante con un grado de entrada con peso de 6,1 y Autoabastecimiento con un valor de 3,7, frente a un grado medio de entrada con pesos de 0,9. Esto quiere decir que de manera indirecta estos mecanismos agrupan un conjunto de acciones que se realizan por los actores, aunque cada uno de ellos no lo asuma de manera consciente. De esta manera, se observa una potencialidad en el territorio estudiado, que se podría aprovechar a través de estrategias de gestión que permitan incentivar la operación conjunta de los actores, realizando acciones de manera coordinada, de tal manera que se optimicen los recursos invertidos y se pueda lograr una transferencia de conocimiento al interior del sistema.

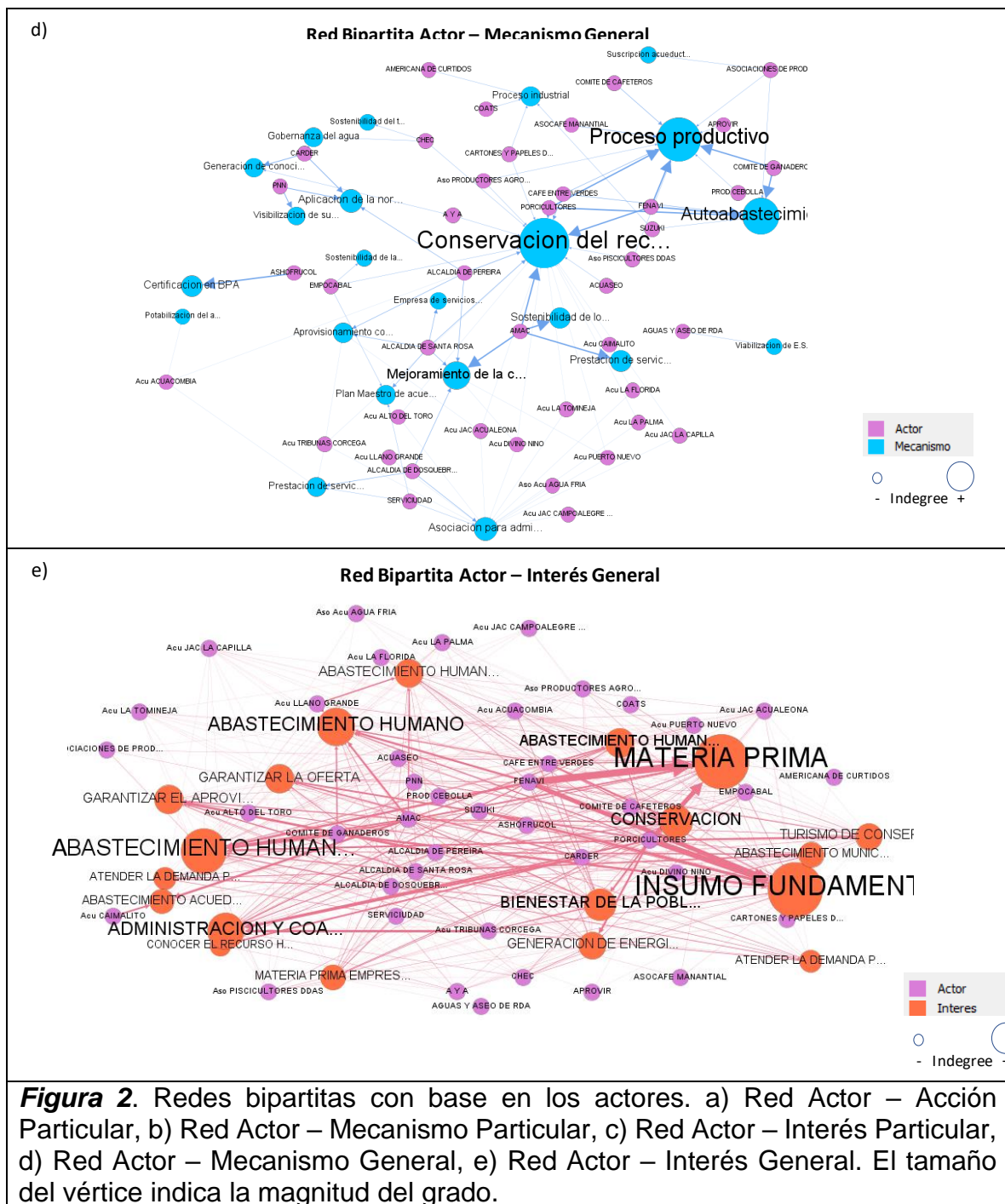
Si se comparan las redes Actor – Mecanismo Particular y Actor – Mecanismo General, se encuentra que mientras en la primera el mecanismo preponderante es el de Asociación para administrar el acueducto, en la segunda es superado por otros mecanismos como Proceso Productivo y Mejoramiento de la calidad del agua de los acueductos rurales. Lo anterior sucede porque las acciones agrupadas a través del mecanismo de Asociación para administrar el acueducto son propias exclusivamente de los acueductos comunitarios y no hacen parte de otros mecanismos, reduciendo así su peso general en el sistema cuando se analizan las relaciones emergentes. Por esta misma razón, los mecanismos de menor grado de entrada en la segunda red son Potabilización del agua y Sostenibilidad de la empresa, con un grado de entrada con peso de 0,1 y 0,2, respectivamente, pues las

Red Bipartita Actor – Mecanismo Particular



Red Bipartita Actor – Interés Particular





REDES BIPARTITAS POR CATEGORÍAS DE ACTORES

Las redes bipartitas por categorías o grupos de actores permiten evaluar el impacto que cada categoría tiene sobre el sistema en general, partiendo de las relaciones que se evidencian entre cada una de ellas y las acciones, mecanismos e intereses

particulares, al igual que con los mecanismos e intereses generales, a partir de la la agregación de las relaciones presentes en las redes bipartitas por actores de acuerdo con los grupos de afinidad misional. Las visualizaciones de estas redes pueden observarse en la figura 3. Los resultados relativos a acciones, mecanismos e intereses, tanto particulares como generales son similares a los obtenidos en las redes bipartitas por actor; es por esto que, en las gráficas de redes bipartitas por acciones se hace énfasis en el tamaño de los vértices de tipo categoría de actor, los cuales reflejan la importancia de cada una de ellas dentro del sistema.

Red Bipartita Categorías – Acciones Particulares

Si se analizan las categorías de actores en lugar de los actores de manera independiente, se observa que las Administraciones municipales, Productores porcícolas y las Autoridades Ambientales, de manera agregada, se muestran como las categorías más relevantes, con un grado de salida con pesos de 8,0, 6,0 y 4,5, respectivamente, mientras el grado medio de salida con pesos es de 3,6. Esto se relaciona de manera directa con el número de acciones particulares que estos tipos de actores de manera consolidada realiza sobre el sistema. En contraste, las categorías de actores del sector productivo, como los productores agrícolas, asociaciones agropecuarias, productores cafeteros y productores ganaderos presentan los menores valores de grado de salida con peso (1,0, 1,8, 2,0, 2,0, respectivamente), indicando menor cantidad de acciones directas sobre el sistema. Esto se explica porque los productores realizan acciones principalmente encaminadas a cumplir sus objetivos individuales, mientras que las administraciones municipales y las autoridades ambientales, por su misma razón de ser, tienen que tener un panorama más amplio y por consiguiente, realizar diversas intervenciones directas sobre el recurso.

Red Bipartita Categorías – Mecanismos Particulares

La red que relaciona las categorías de actores por un lado con los mecanismos particulares de gestión por el otro lado, muestra una marcada relevancia de los acueductos rurales en la zona de estudio, con un grado de salida con peso de 28,8, frente a 8,8 de los acueductos municipales y 8,5 de las autoridades ambientales, mientras que el grado medio de salida con peso de todas las categorías de actores es de 5,8. Esto explica el direccionamiento de los mecanismos de manera preponderante hacia el de asociación para administrar el acueducto, es decir, los acueductos comunitarios direccionan la mayoría de sus acciones de manera directa a través de este mecanismo de gestión, mientras otros actores diseminan sus actividades por medio de diversos mecanismos. Desde el punto de vista de la gobernanza del recurso hídrico es importante realizar estudios más detallados, que permitan proponer líneas de intervención para aprovechar la potencialidad identificada, en términos de eficiencia de la gestión.

Red Bipartita Categorías – Intereses Particulares

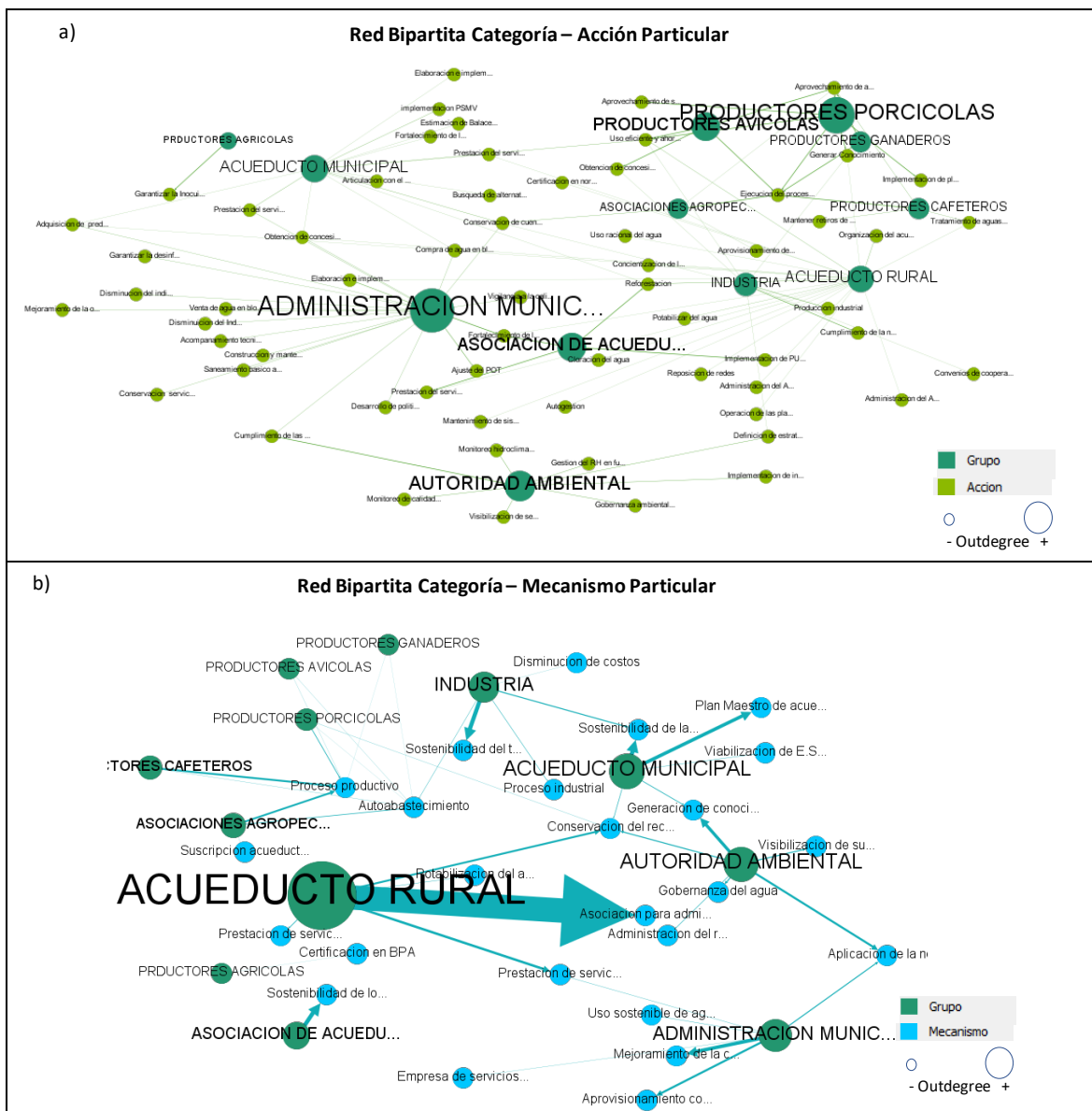
Al igual que en el caso anterior, los acueductos rurales presentan el mayor grado de salida con peso, con un valor de 28,9, seguidos de los acueductos municipales las autoridades ambientales, con valores de 8,8 y 8,5, mientras que el grado medio de salida con pesos es de 5,8.

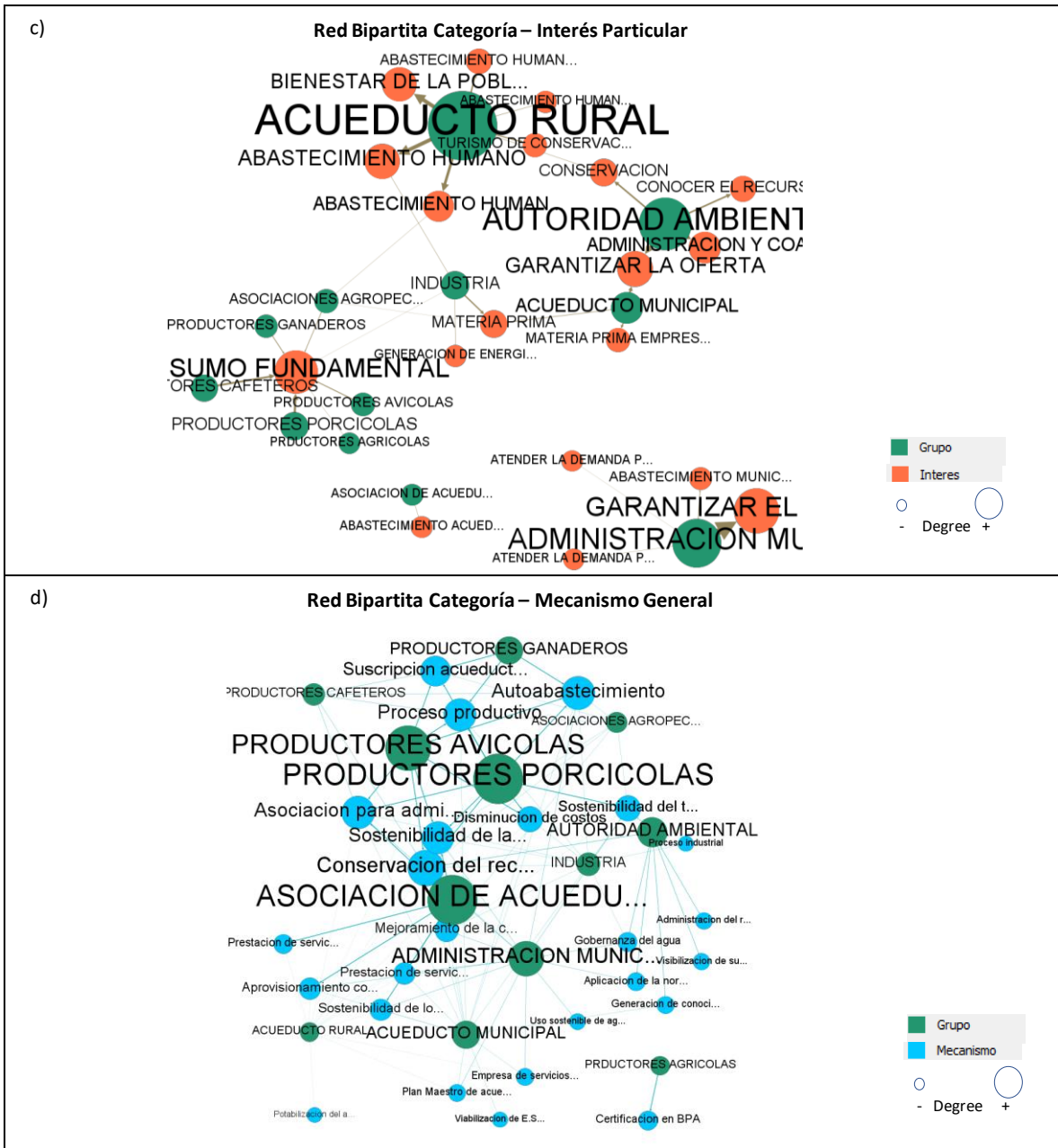
Red Bipartita Categorías – Mecanismos Generales

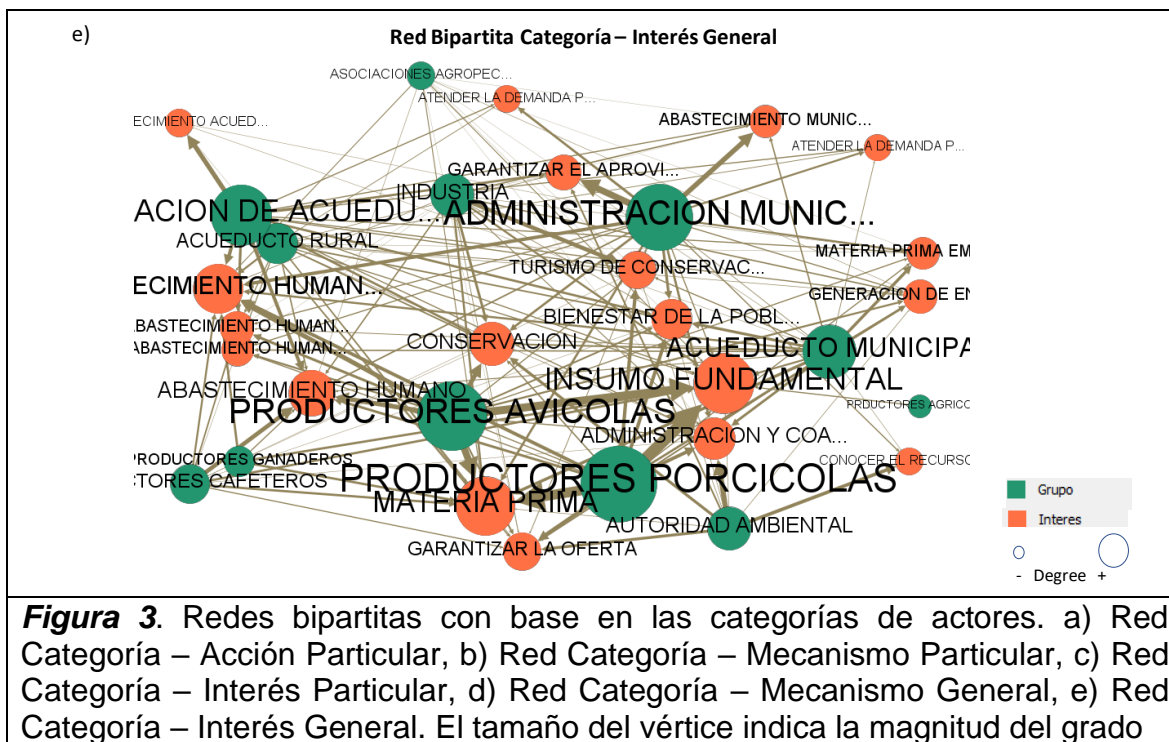
En contraste con el análisis de la red entre categorías y mecanismos particulares en la cual los acueductos rurales sobresalen de manera importante, cuando se analizan los mecanismos generales esta categoría presenta el menor grado de salida con peso con valor de 1, mientras que el valor medio es de 3,7 y los productores porcícolas muestran un valor máximo de 8. Esto refleja la importancia de entender el sistema desde la perspectiva de los actores o categorías de actores con su visión propia, lo cual se obtiene analizando los mecanismos particulares, pero también analizar el panorama general que no es evidente desde la mirada de la individualidad, sino que emerge cuando se entrecruzan las acciones a través de los diversos mecanismos de gestión y en últimas los intereses generales del sistema son diferentes y surgen de manera inconsciente. A partir de esa mirada general, pueden entonces diseñarse las estrategias de intervención en procura de transferir información a los actores, quienes son los que en últimas tienen el poder de decisión para realizar los cambios que el sistema requiera, más allá de lo puramente normativo y entrando en el campo de lo cultural, reflejado en el empoderamiento sobre el recurso.

Red Bipartita Categorías – Intereses generales

Esta red muestra el alto grado de influencia sobre la visión general del sistema que tienen las categorías de productores porcícolas y productores avícolas (grado medio con pesos de 42,1 y 36,7, respectivamente), comparados con el valor medio de 20,1. Los actores pertenecientes a estas categorías se convierten en candidatos importantes a ser el foco de intervenciones futuras, pues tienen un alto potencial de cambiar la visión general en torno al recurso hídrico, ya que son los que aportan más peso para que los intereses generales más relevantes sean insumo fundamental y materia prima. Esto permitiría en posteriores proyectos que sigan esta línea de investigación, la modelación de escenarios ideales deseables o críticos, en los que se modifique la forma en que los actores se relacionan con el recurso a través de sus acciones y mecanismos de gestión, pero sobre todo apuntándole a intereses que potencien la gobernanza sobre el recurso hídrico en el mediano y el largo plazo.







REDES UNIMODALES POR ACTORES

Las redes unimodales por actores se generan a través de una proyección a partir de las redes bipartitas por actores y permiten establecer la configuración de comunidades en su interior. En las visualizaciones que se observan en la figura 4, las comunidades encontradas se agrupan por colores, mientras que el tamaño de cada vértice representa el valor de centralidad de intermediación, una métrica que permite establecer la importancia de cada uno de los vértices como puente de transferencia de información entre las diversas comunidades. En este sentido, el vértice con la mayor centralidad de intermediación en una comunidad es el que más conexiones presenta con vértices pertenecientes a otras comunidades.

Un primer análisis con respecto a la densidad de las redes unimodales por actores permite establecer que este valor es más bajo en las redes proyectadas a través de acciones, mecanismos e intereses particulares (0,26, 0,18 y 0,18, respectivamente) cuando se compara con las proyecciones a partir de mecanismos e intereses generales (0,48 y 0,94, respectivamente), lo cual refleja el grado de conectividad de cada una de las redes.

En este sentido, la red proyectada a partir de acciones presenta cuatro comunidades identificables y débilmente conectadas entre sí; el grupo identificado en rojo incluye la mayoría de los acueductos, tanto rurales como municipales y las alcaldías municipales. En esta comunidad se resalta el papel que cumple el **Acueducto JAC Acualeona**, el cual presenta el mayor valor de centralidad de intermediación,

ubicándose como un puente de enlace entre el interior y el exterior de la comunidad, con respecto a las acciones directas que realizan los actores.

La segunda comunidad identificada en esta red fue visualizada con el color verde y reúne actores del sector agrícola y pecuario, entre los cuales sobresalen los **Porcicultores** y **FENAVI** como puentes de enlace, mientras que la tercera comunidad, de color azul reúne a las autoridades ambientales, dos acueductos rurales y dos acueductos municipales. Por su parte la cuarta comunidad (amarillo) reúne actores del sector industrial. La identificación de comunidades en esta red coincide en alto grado con los grupos de afinidad, los cuales comparten acciones directas sobre el recurso, y se convierten en una posibilidad de clasificación para el desarrollo de procesos de intervención, con estrategias que impulsen la transferencia de información.

En cuanto a las redes de actores proyectadas a partir de mecanismos e intereses particulares, es evidente la pérdida de conectividad de la red, generando comunidades aisladas de actores. En este caso la centralidad de intermediación debe analizarse es como la configuración del vértice dentro de su propia comunidad, con respecto a su capacidad para relacionarse con los otros vértices. Para el caso de la proyección sobre mecanismo particular, la comunidad más grande agrupa actores del sector industrial y productivo, siendo el actor **Porcicultores** el que muestra la mayor centralidad; la segunda comunidad agrupa la mayoría de acueductos rurales, los cuales presentan una característica de homogeneidad con respecto a la centralidad, mientras que la tercera comunidad agrupa las alcaldías municipales y las autoridades ambientales; en esta comunidad la **CARDER** se resalta como el actor con mayor centralidad, dinamizando las relaciones entre los otros actores. La red proyectada a partir de intereses particulares presenta unas características similares en cuanto al número de comunidades identificadas, sin embargo sólo en una de ellas se presenta heterogeneidad con respecto a la centralidad; ésta agrupa acueductos rurales y actores del sector productivo, dentro de los cuales **SUZUKI** emerge como el actor con mayor centralidad. El resto de las comunidades son homogéneas con respecto a esta métrica.

Por su parte, las redes proyectadas a partir de mecanismos e intereses generales presentan un mayor grado de conectividad; es importante tener en cuenta que las relaciones establecidas en estas redes no son relaciones conscientes entre los actores, sino relaciones inferidas a partir de la forma en que éstos comparten mecanismos e intereses a partir de sus acciones particulares.

De esta manera, a pesar de que se encuentran comunidades, éstas se encuentran fuertemente conectadas entre sí, e incluso en el caso de la red a partir de intereses generales, están presentes un 94,4% de los posibles enlaces entre actores, lo cual se interpreta como una alta homogeneidad.

Desde el punto de vista de la gobernanza del recurso hídrico, estos resultados muestran la necesidad de generar procesos integradores entre los actores, para

a)

Red Proyección Sobre Actores (Por Acciones)

Red Proyección Sobre Actores (Por Acciones)

Modularity Class

- 3
- 1
- 2
- 0

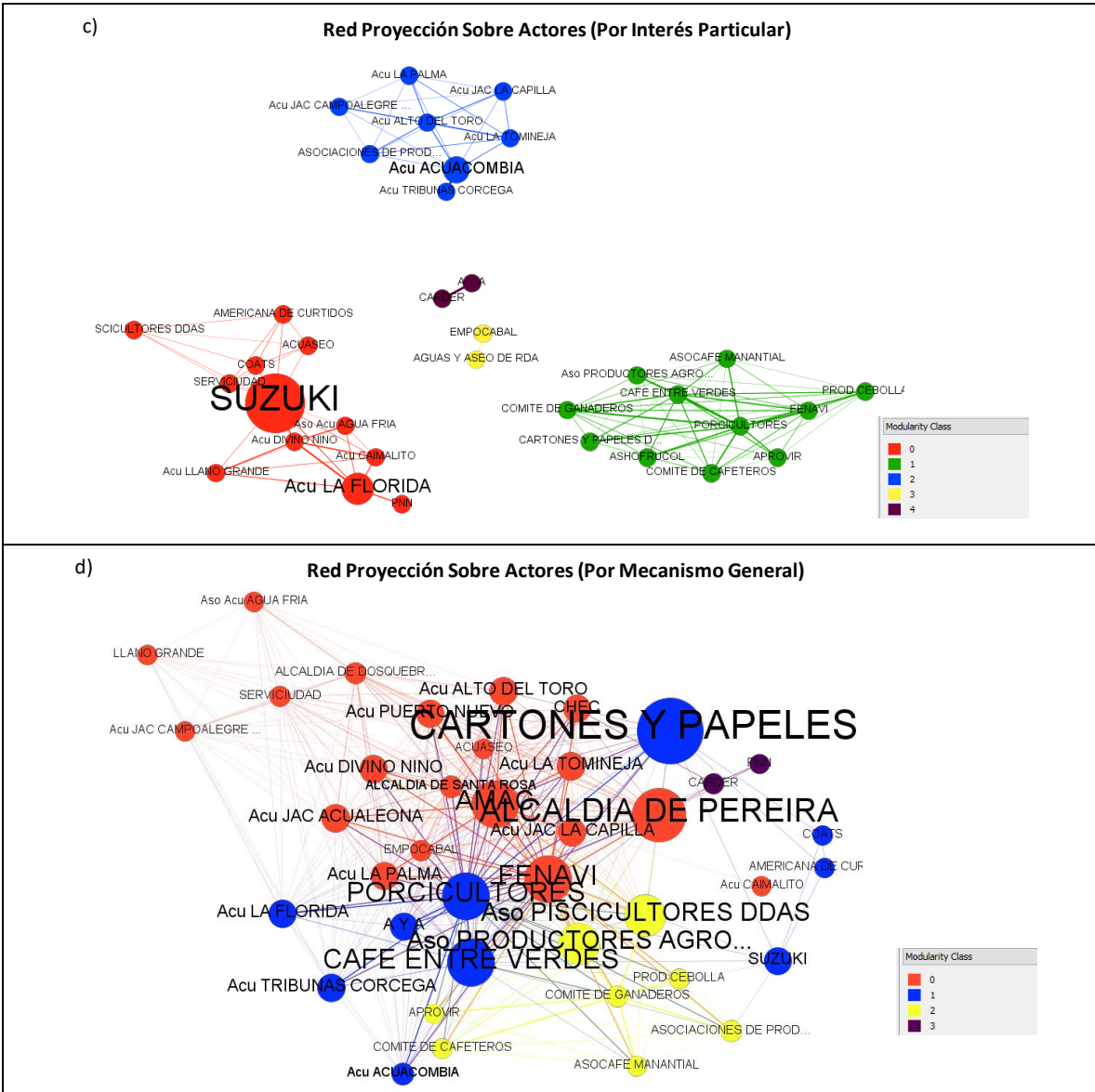
b)

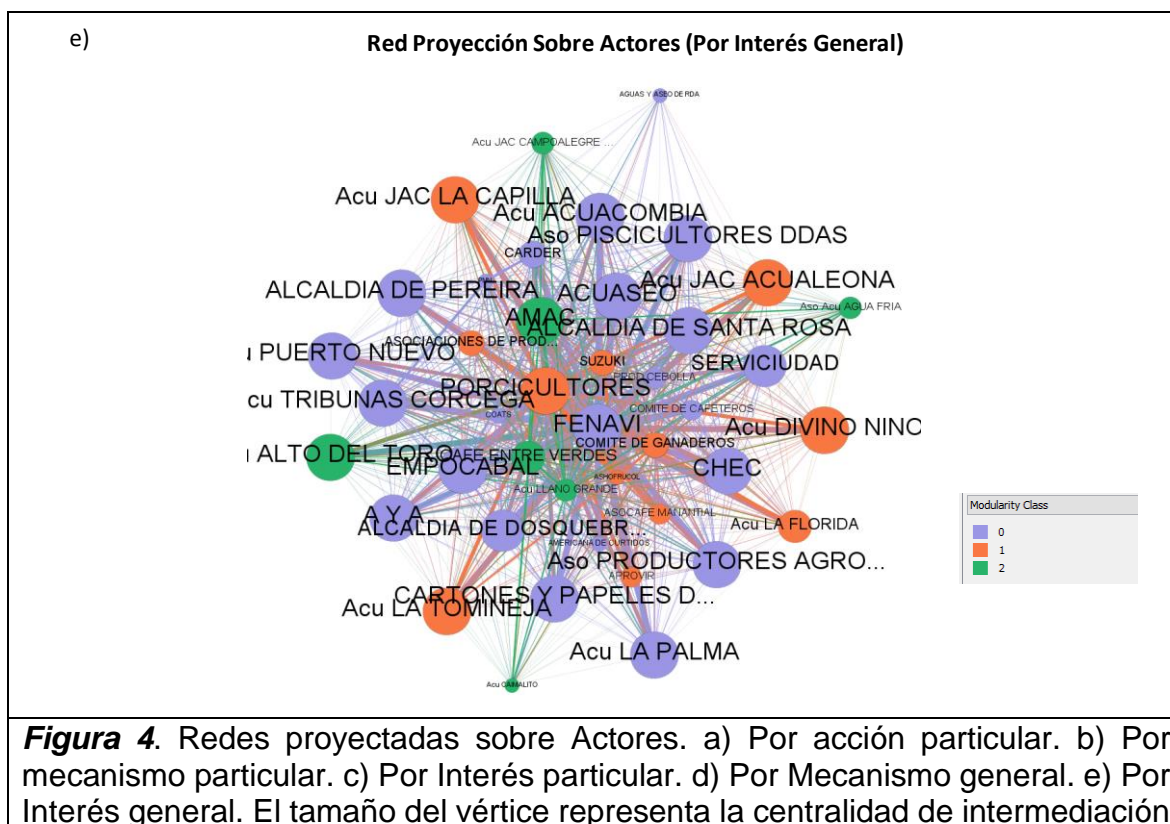
Red Proyección Sobre Actores (Por Mecanismo Particular)

Red Proyección Sobre Actores (Por Mecanismo Particular)

Modularity Class

- 0
- 3
- 2
- 4
- 1





Distancia estructural

Los resultados del cálculo de distancias estructurales entre las redes unimodales con base en los actores se pueden observar en la tabla 6. La interpretación de la distancia estructural entre las redes unimodales por actores indica que la mayor similitud estructural se da entre las redes a partir de mecanismos particulares e intereses particulares con un valor de 0,08, mientras que la mayor distancia estructural se presenta entre las redes por interés particular e interés general. Lo anterior refuerza la idea de la importancia de las propiedades emergentes que surgen de manera no consciente y que representan las relaciones reales que se dan en la zona, más allá de las percepciones individuales de los actores.

Tabla 6. Cálculos de distancia estructural entre redes unimodales por actor, normalizada en el rango 0 -1.

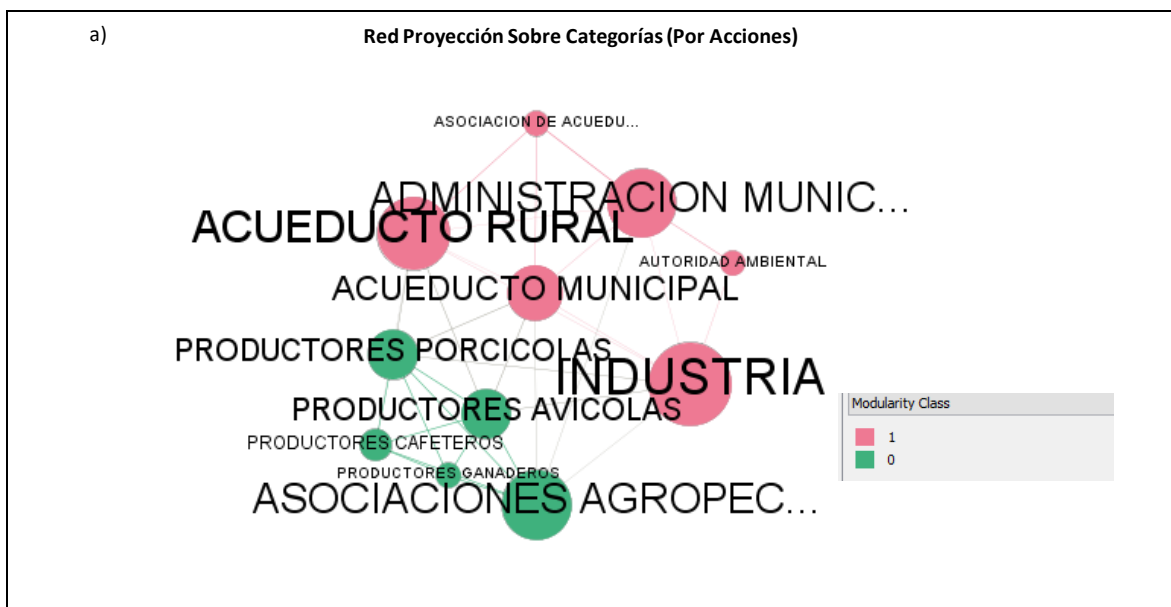
	Acción	Mecanismo P	Interés P	Mecanismo G	Interés G
Acción	0.00	0.13	0.13	0.21	0.71
Mecanismo P	0.12	0.00	0.08	0.29	0.79
Interés P	0.13	0.08	0.00	0.32	0.82
Mecanismo G	0.21	0.29	0.31	0.00	0.51
Interés G	0.71	0.79	0.82	0.51	0.00

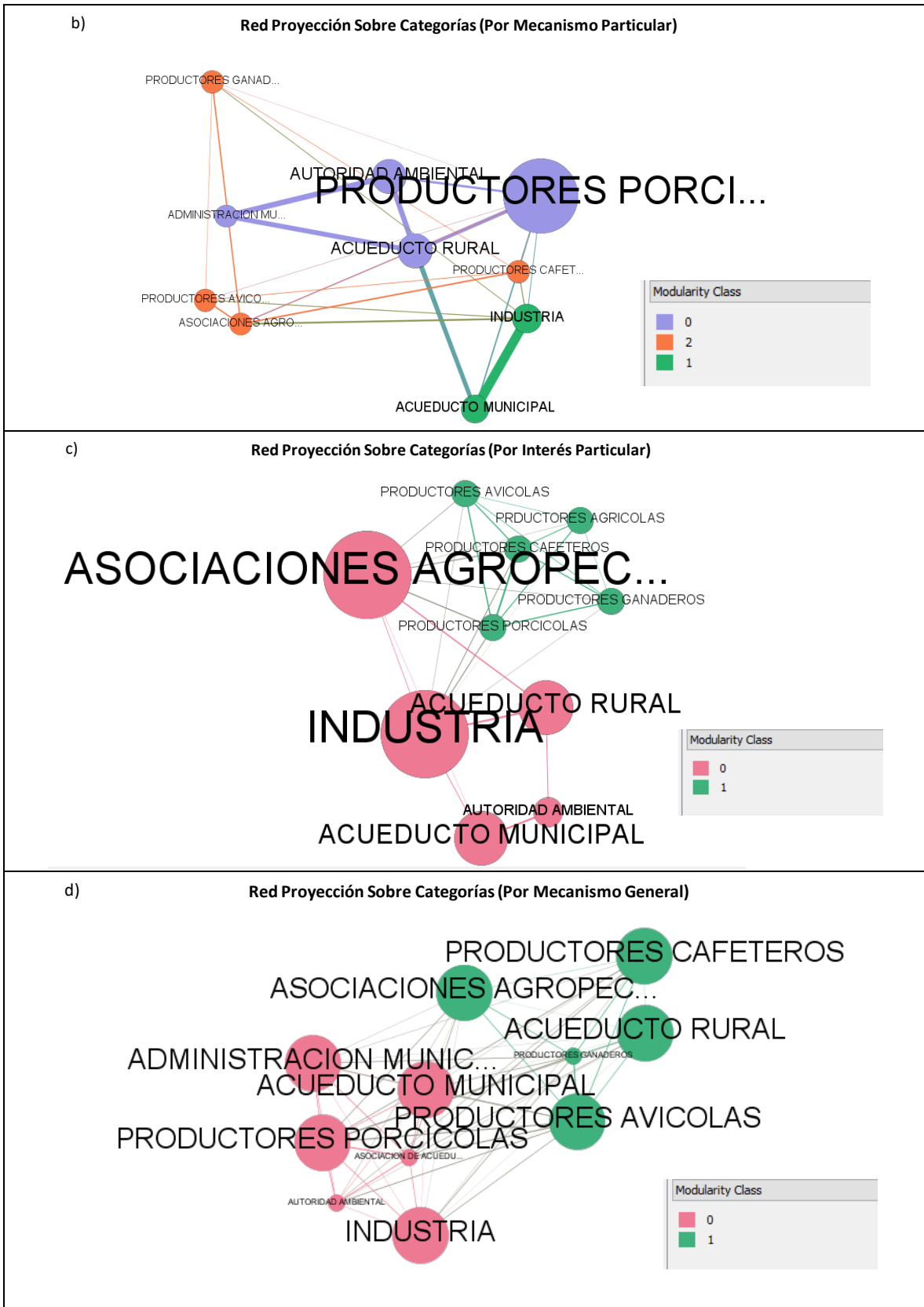
REDES UNIMODALES POR CATEGORÍAS DE ACTORES

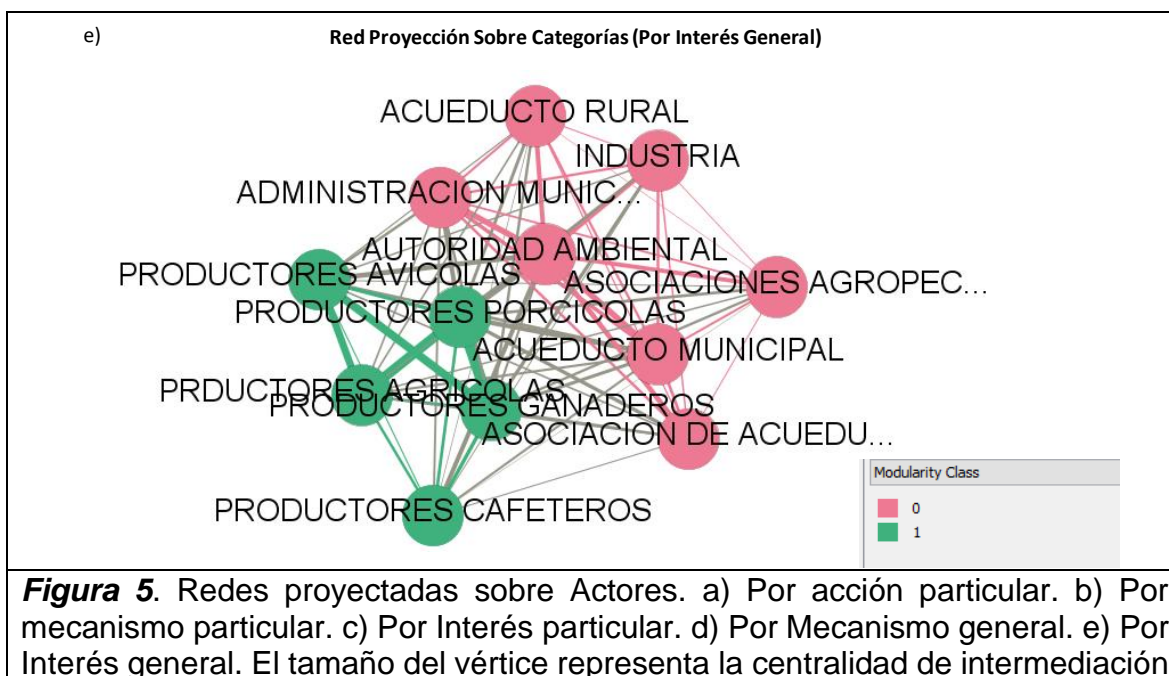
Las redes unimodales por categorías de actores concuerdan con el análisis de las redes por actores, aunque su visualización permite entender las dinámicas desde una perspectiva de grupos de afinidad frente al recurso hídrico (Figura 5).

En la red proyectada por acciones se encontraron dos comunidades; la primera agrupa administraciones municipales, acueductos rurales, acueductos municipales, autoridades ambientales, asociaciones de acueductos e industria, mientras que la segunda agrupa los productores porcícolas, productores avícolas, productores cafeteros, productores ganaderos y asociaciones agropecuarias. Los mayores valores de centralidad de intermediación se presentan en la industria, para el primer grupo y las asociaciones agropecuarias para el segundo grupo.

En general, esta misma configuración estructural se mantiene para las redes por mecanismo e interés particular, presentado valores de densidad entre 0,56 y 0,60, mientras que al igual que en las redes unimodales por actores, las proyecciones por mecanismo e interés general llegan a densidades de 0,96 y 1, respectivamente, indicando un grafo totalmente conectado para la última.







REDES DE PERCEPCIÓN

Con respecto a las redes de percepción, es preciso aclarar que la pregunta que se hizo en la entrevista a los actores fue abierta, en el sentido de no limitar sus percepciones a un conjunto predefinido de actores. Por esto, se involucran nuevos actores que no fueron en cuenta en las redes anteriores, aunque es obvio que estos no pueden reflejar su propia percepción en la red, pues no fueron entrevistados.

Los bucles fueron permitidos (aunque no obligatorios) en estas redes, representando las percepciones sobre sí mismo cada uno de los actores.

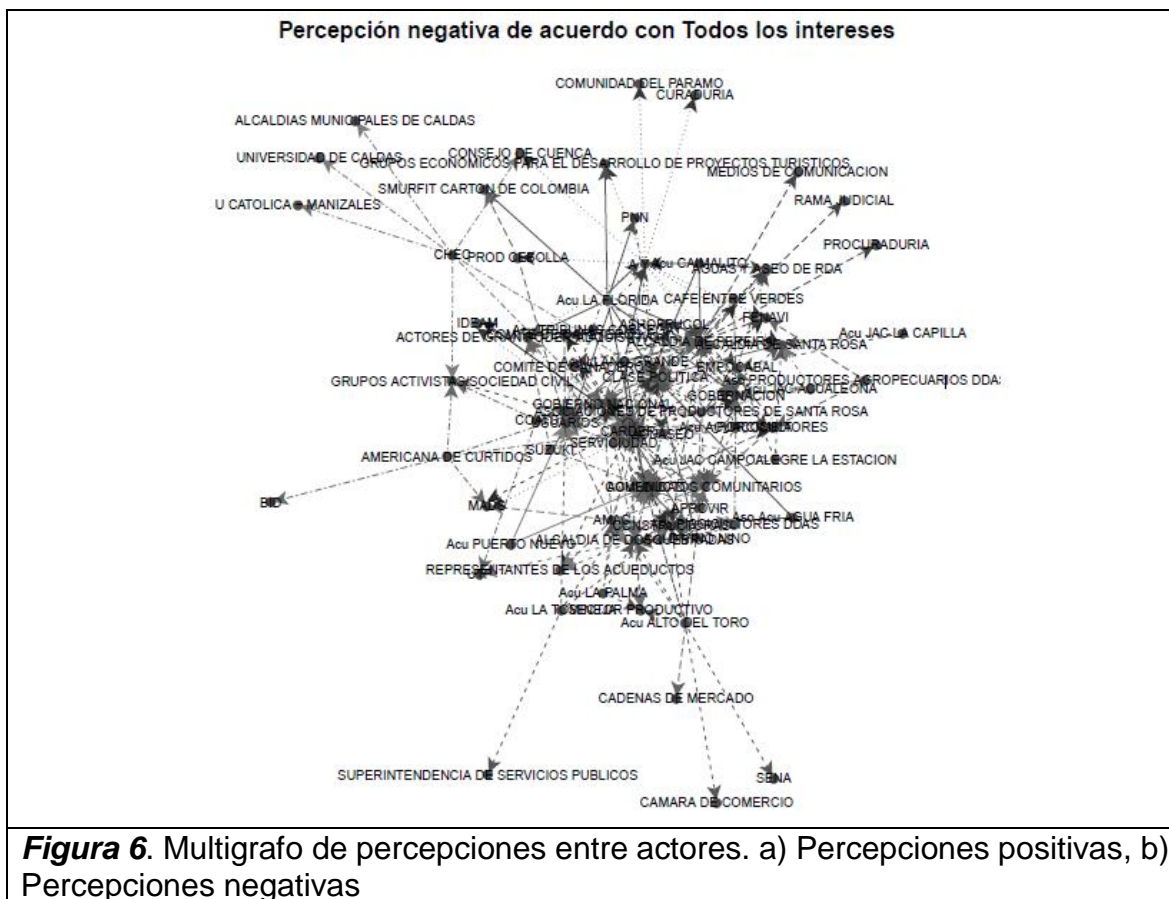
Las visualizaciones de los multigrafos para las redes de percepciones se observan en la figura 6.

Con respecto a las percepciones positivas, el actor con mayor grado de entrada de acuerdo con todos los intereses particulares es la **CARDER**, seguido de **Usuarios**, **Acueductos comunitarios**, **Alcaldía de Pereira** (35, 30, 22, 13). Esto refleja la reputación positiva que tienen en el territorio. Sin embargo este hecho contrasta con las percepciones negativas, en las cuales la **CARDER** vuelve a aparecer con el mayor grado de entrada, esta vez seguido por **Clase política**, **Alcaldía de Pereira** y **Comunidad** (23, 18, 13, 13).

Los intereses particulares que más aportan grados a las percepciones de la CARDER son Insumo fundamental, Materia prima, y Abastecimiento agrícola y pecuario. Paradójicamente el aporte es tanto para las percepciones positivas como negativas. Lo mismo ocurre con las percepciones de la Alcaldía de Pereira.

La clase política, que obtiene un grado de 18 en las percepciones negativas, sólo registra un grado de 3 en las positivas, es decir, la reputación del actor es mayoritariamente negativa, apareciendo registrado en 13 de los 19 intereses particulares identificados

Las redes de percepciones son importantes como instrumentos para determinar el prestigio de cada uno de los actores en la red, lo cual en términos de la gestión sobre el recurso hídrico puede traducirse en confianza a la hora de transferir conocimiento para la adopción de nuevas técnicas o compartir recursos para desarrollar actividades de manera integrada.



OBJETIVO 3. VALIDACIÓN DE METODOLOGÍA A TRAVÉS DE PANEL DE DISCUSIÓN

El panel de discusión se llevó a cabo el día 12 de febrero de 2019 entre las 08:00 y las 10:00 a.m. en el salón del Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Allí, los participantes expresaron sus opiniones acerca de la aplicación del Análisis de Redes Sociales como herramienta para la gobernanza del agua en corrientes abastecedoras.

Los expertos avalaron el proceso metodológico y resaltaron el potencial que tiene la aplicación de los métodos y herramientas del ARS, no sólo en el caso de estudio mencionado, sino en general dentro de las Ciencias Ambientales, teniendo en cuenta que su objeto de estudio, es decir, el ambiente, puede verse como un espacio relacional entre las sociedades o las comunidades y su entorno biofísico, en el que confluyen diferentes intereses y visiones desde perspectivas socioeconómicas, ecológicas y culturales.

Se mencionó la importancia de la herramienta para visibilizar conflictos o potencialidades en el territorio, a través de las percepciones que los propios actores tienen de sí mismos y de sus pares, a través de la generación de multigrafos en los

que se pueda estudiar cómo son las dinámicas de las interacciones mediadas por diferentes intereses.

Otro punto destacable fue la visibilización de las propiedades emergentes, las cuales se expresan en el caso de estudio a través de los mecanismos e intereses generales del sistema, los cuales surgen a partir de las interacciones no explícitas entre actores mediante las acciones propias, y no son tenidas en cuenta de manera consciente por ellos.

Se resaltó también la importancia de promover la inclusión del ARS como una asignatura electiva en el pregrado de Administración Ambiental, desde la cual se desarrollen nuevas líneas de investigación que permitan abordar las problemáticas desde una nueva perspectiva relacional, al igual que profundizar en el soporte teórico desde la visión de las Ciencias Sociales y la epistemología.

CONCLUSIONES

OBJETIVO 1.

El trabajo desarrollado permite concluir que en el caso específico de la zona de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal, confluyen una multiplicidad de actores, cada uno con una visión particular sobre el agua, marcada desde sus propósitos misionales. Se encontraron actores diversos, como las autoridades ambientales y las alcaldías municipales, los cuales prioritariamente enfocan sus intereses a través de mecanismos de cumplimiento de la normatividad y tienen relación directa con muchos actores, mientras que los actores del sector industrial y productivo refieren visiones del recurso como insumo fundamental para cumplir sus objetivos y tienen poca relación con otros actores. En trabajos posteriores podría profundizarse en la caracterización, indagando aspectos más detallados de cada actor para complementar el análisis de redes.

OBJETIVO 2.

El análisis de redes realizado en este caso de estudio, permite concluir que existen diferencias entre las redes que reflejan los intereses particulares y las redes basadas en intereses generales. Las primeras muestran el panorama desde la visión propia de cada uno de los actores, como una sumatoria de las acciones que se realizan individualmente, mientras que las segundas muestran las interacciones complejas, que dan resultado a una visión diferente del sistema y reflejan potencialidades que pueden ser aprovechadas en un contexto de gobernanza del agua. En este sentido, las diferencias en las densidades de las redes muestran un bajo grado de interacción a través de acciones mecanismos e intereses particulares, pero cuando se analizan los intereses generales, el grado de interacción se eleva. Es ahí en donde puede ser importante un proceso de intervención, en el cual se incentiven las relaciones que se marcan en las redes generales y permitan una mayor tasa de transferencia de conocimiento entre actores con similitud de roles y una mayor eficiencia general.

En cuanto a las redes de percepciones, es importante concluir que actores como la CARDER, que se relaciona con muchos actores a través de diferentes mecanismos, genera la mayor cantidad de respuestas positivas, pero al mismo tiempo la mayor cantidad de respuestas negativas. Incluso este actor se percibe a sí mismo como positivo en unos aspectos y negativo en otros. Teniendo en cuenta la importancia que debe tener la autoridad ambiental como entidad dinamizadora de los procesos de gobernanza del agua, es pertinente realizar un estudio más detallado en el cual se puedan encontrar los procesos subyacentes que generan las percepciones positivas para afianzarlos y las relaciones negativas, para proponer estrategias alternativas.

OBJETIVO 3.

El proceso de análisis de redes aplicado desde el foco de las interacciones que surgen en el marco de la GIRH y de la gobernanza del agua, permite entender las emergencias que se dan en el sistema a partir del desarrollo de acciones particulares por parte de cada uno de los actores involucrados, en términos de los intereses generales a los cuales se le apunta en la zona de estudio. Es decir, más allá de los intereses particulares de los actores, sus acciones pueden enmarcarse en mecanismos e intereses de manera colateral, reflejando impactos más allá de los previstos desde su perspectiva individual.

Los resultados de los análisis de redes en este contexto pueden convertirse en una herramienta importante para identificar conflictos y potencialidades del territorio en el marco de la GIRH, además de determinar los actores que cumplen un papel relevante y que pueden convertirse en puentes a través de los cuales se direccionen estrategias encaminadas a mejorar las condiciones del recurso hídrico en una zona determinada, por medio de transferencia de conocimiento.

Las ciencias ambientales dentro de sus métodos pueden incorporar las herramientas que brinda el Análisis de Redes Sociales, no sólo en el contexto del recurso hídrico, sino para otras áreas, como por ejemplo la forma en que se configuran de manera histórica las problemáticas ambientales, que no es otra que el resultado de las interacciones en un territorio en perspectiva histórica.

REFERENCIAS

- Aguirre, J. L. (2011). *Introducción al Análisis de Redes Sociales* (No. 82). *Documentos de Trabajo CIEPP*. Buenos Aires, Argentina.
- Alberta Water Council. (2008). Recommendations for a watershed management planning framework for Alberta, (December).
- Araral, E., & Yu, D. (2013). *Comparative water law, policies and administration in Asia: Evidence from 17 countries*. *Water Resources Research* (Vol. 49). <https://doi.org/10.1002/wrcr.20414>
- Bakker, K. (2003). *Good Governance in Restructuring Water Supply : A Handbook*. *Good Governance in Restructuring Water Supply* : Ottawa: Federation of Canadian Municipalities.
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. In *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*.
- Beek, E. Van, & Arriens, W. L. (2014). *Water Security : Putting the Concept into Practice*. *Tec Background Papers No. 20*. Global Water Partnership.
- Berg, S. V. (2016). Seven elements affecting governance and performance in the water sector. *Utilities Policy*, 43(PA), 4–13. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.jup.2016.04.013>
- Biswas, A. K. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment. *Water International*, 29(2), 248–256. <https://doi.org/10.1080/02508060408691775>
- Biswas, A. K. (2008). Integrated Water Resources Management: Is It Working? *International Journal of Water Resources Development*, 24(1), 5–22. <https://doi.org/10.1080/07900620701871718>
- Biswas, A. K., & Tortajada, C. (2010). Future Water Governance: Problems and Perspectives. *International Journal of Water Resources Development*, 26(2), 129–139. <https://doi.org/10.1080/07900627.2010.488853>
- Bodin, Ö., & Crona, B. I. (2009). The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? *Global Environmental Change*, 19(3), 366–374. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.05.002>
- Brandes, U. (2001). A Faster Algorithm por Betweenness Centrality. *Journal of Mathematical Sociology*, 25, 163–177. <https://doi.org/10.1080/0022250X.2001.9990249>

- Carter T, B. (2016). sna: Tools for Social Network Analysis. R package version 2.4. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=sna>
- Castro, J. E. (2007). Water governance in the twentieth-first century. *Ambiente & Sociedade*, 10(2), 97–118. <https://doi.org/>. <https://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200007>
- Dewey, J., & Mentley, A. F. (1949). *Knowing and the Known*. Beacon Press. <https://doi.org/10.1177/000271625026800166>
- Díaz, C. (2007). *Metodología interdisciplinaria desde el estudio de la problemática ambiental del tramo urbano de la cuenca del río Consota: Hacia el fortalecimiento de la gestión ambiental local*. Universidad Nacional de Colombia.
- Donnat, C., & Holmes, S. (2018). *Tracking network dynamics: a survey of distances and similarity metrics*. <https://doi.org/10.1214/18-AOAS1176>
- Gabor, C., & Tamas, N. (2006). The igraph software package for complex network research. *Interjournal, Complex Sy*, 1695.
- Grey, D., & Sadoff, C. W. (2007). Sink or Swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 9(5), 545–571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>
- Grigg, N. S. (2008). Integrated water resources management: balancing views and improving practice. *Water International*, 33(3), 279–292. <https://doi.org/10.1080/02508060802272820>
- GWP. (2000). Integrated Water Resources Management. In *Tec Background Papers No. 4*. Global Water Partnership. Retrieved from www.gwpforum.org
- Hufty, M. (2013). Investigating Policy Processes: The Governance Analytical Framework. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- IDEAM. (2013). *Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas* (Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM). Bogotá, D. C., Colombia. Retrieved from <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf>
- IPCC. (2007). *Cambio Climático 2007. Informe de síntesis Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. (R. K. Pachauri & A. Reisinger, Eds.), *Informe de Síntesis* (Vol. 32). Ginebra, Suiza: IPCC. <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>

- Kaufmann, D., Kraay, A., & Zoido-Lobatan, P. (1999). *Governance Matters. Policy Research*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-2196>
- Lambiotte, R., Delvenne, J.-C., & Barahona, M. (2009). *Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks*. <https://doi.org/10.1109/TNSE.2015.2391998>
- Lautze, J., de Silva, S., Giordano, M., & Sanford, L. (2011). Putting the cart before the horse: Water governance and IWRM. *Natural Resources Forum*, 35(1), 1–8. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01339.x>
- Letcher, R. ., & Giuopponi, C. (2005). Policies and tools for sustainable water management in the European Union. *Environmental Modelling & Software*, 20(2), 93–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2004.01.003>.
- Martín, L., & Justo, J.-B. (2015). *Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura 171*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Retrieved from <http://www.cepal.org/sites/default/files/analisis.pdf>
- Molle, F. (2008). Nirvana concepts, narratives and policy models: Insights from the water sector. *Water Alternatives*, 1(1), 131–156.
- Molle, F., & Mamanpoush, A. (2012). Scale, governance and the management of river basins: A case study from Central Iran. *Geoforum*, 43(2), 285–294. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.08.004>
- Montgomery, J., Xu, W., Bjornlund, H., & Edwards, J. (2016). A table for five: Stakeholder perceptions of water governance in Alberta. *Agricultural Water Management*, 174(C), 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.013>
- OECD. (2015). OECD Principles on Water Governance. Draft for consultation at the 7th World Water Forum. *Report*. Retrieved from <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECD-Principles-Water.pdf>
- OECD. (2016). The Water Governance Initiative.
- Özerol, G., Vinke-de Kruijf, J., Brisbois, M. C., Casiano Flores, C., Deekshit, P., Girard, C., ... Schröter, B. (2018). Comparative studies of water governance: a systematic review. *Ecology and Society*, 23(4). <https://doi.org/10.5751/ES-10548-230443>
- Pahl-Wostl, C. (2007). The implications of complexity for integrated resources management. *Environmental Modelling & Software*, 22, 561–569.
- Pahl-Wostl, C. (2019). The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. *Environmental Science & Policy*, 91, 6–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.008>

- R Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.r-project.org/>.
- Rhodes, R. A. W. (2007). Understanding Governance: Ten Years On. *Organization Studies*, 28(8), 1243–1264. <https://doi.org/10.1177/0170840607076586>
- Rist, L., Campbell, B. M., & Frost, P. (2012). *Adaptive management: Where are we now?* *Environmental Conservation* (Vol. 40). <https://doi.org/10.1017/S0376892912000240>
- Rivero O, A. (2018). multigraph: Plot and Manipulate Multigraphs . R package version 0.91. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=multigraph>
- Rogers, P., & Hall, A. (2003). Effective Water Governance. In *Tec Background Papers No. 7*. Global Water Partnership. Retrieved from http://www.gwptoolbox.org/images/stories/gwplibrary/background/tec_7_english.pdf
- Schlager, E., & Bauer, C. (2011). Governing water: Institutions, property rights, and sustainability. In *Treatise on Water Science* (Vol. 1, pp. 22–33). Oxford: Academic Press.
- Schulz, C., Martin-Ortega, J., Glenk, K., & Ioris, A. A. R. (2017). The Value Base of Water Governance: A Multi-Disciplinary Perspective. *Ecological Economics*, 131, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.009>
- Shah, T. (2016). *Increasing water security: the key to implementing the*. *Tec Background Papers No. 22*. Global Water Partnership.
- Snellen, W. B., & Schrevel, A. (2004). *IWRM: for sustainable use of water 50 years of international experience with the concept of integrated water management - Background document to the FOA / Netherlands Conference on Water for Food and Ecosystems*. Wageningen.
- Tortajada, C. (2010). Water Governance: Some Critical Issues. *International Journal of Water Resources Development*, 26, 297–307. <https://doi.org/10.1080/07900621003683298>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Woodhouse, P., & Muller, M. (2017). Water Governance – an historical perspective on current debates. *World Development*, 92(1), 225–241. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.11.014>
- Zamudio, C. R. (2012). Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 99–112.